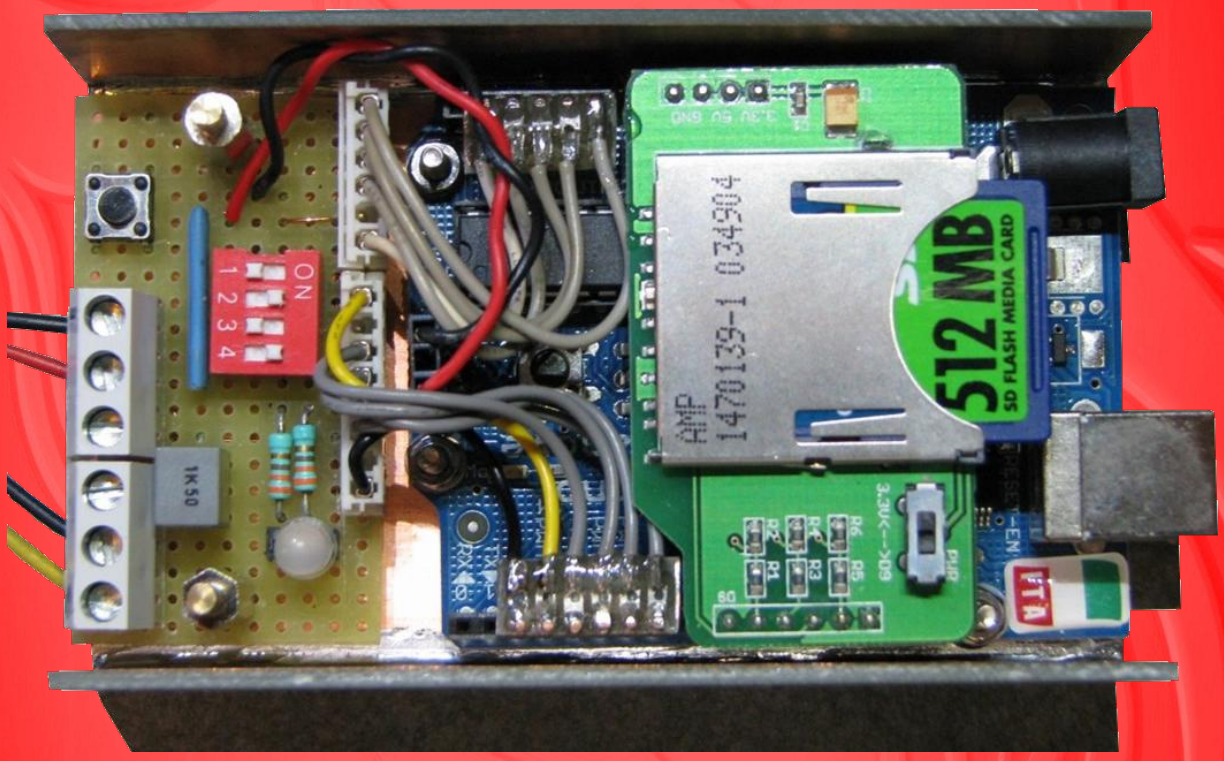
fare elettronica
n. 361-362 - Novembre-Dicembre 2015

leggi Fare Elettronica su
cloud

PWM DI POTENZA

DRIVER LED con PWM e PIC

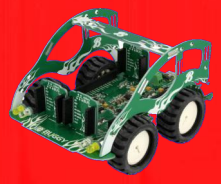
Numero Doppio



VARDULOG

DATA LOGGER CONSUMI CON ARDUINO

- Maker Faire: le curiosità che nessuno vi ha detto
- Amplificazione a BJT e la distorsione
- Il robot Buggy e il riconoscimento vocale con la Easy VR
- Multi-1/µUSB RS232 Converter
- Arduino Uno verso la potenza



SOMMARIO

3 **L'Editoriale**
di Giovanni Di Maria

4 **PWM DI POTENZA MULTI USO - IL DRIVER LED**
di Moreno Palazzo
Impariamo a gestire l'elettronica di potenza con la tecnica del PWM e i microcontrollori.

16 **MAKER FAIRE ROME 2015**
di Ivan Scordato
Un'interessante esperienza raccontata dal nostro autore, effettuata dal 16 al 18 ottobre, presso l'università "La Sapienza". La Maker Faire Rome 2015, costituisce il più importante evento dell'innovazione al mondo dove è possibile trovare qualsiasi genere di invenzione...

28 **AMPLIFICAZIONE A BJT E LA DISTORSIONE**
di Massimo Di Marco
Tecniche e segreti per ottenere un segnale pulito e senza distorsione dai BJT.

33 **VARDULOG-DATA LOGGER CONSUMI CON ARDUINO**
Ing. Giovanni Carrera
Come realizzare un utilissimo data logger per acquisizione di misure analogiche su SD basato su Arduino.

52 **IL BUGGY E LA EASYVR**
di Maurizio Di Paolo Emilio
Una rassegna su questi dure stupendi prodotti, propedeutica ai prossimi utili ed interessanti progetti.

60 **MULTI-1/MUSB RS232 ANDROID-RS232 CONVERTER**
di Giovanni Di Maria
Presentiamo un adattatore che consente di instaurare una comunicazione RS232 seriale ad un dispositivo dotato di porta USB.

68 **ARDUINO UNO VERSO LA POTENZA**
di Roberto Vallini
Presentiamo tanti esperimenti e prove pratiche su Arduino Uno, fino a utilizzare i dispositivi di potenza

L'Editoriale

di *Giovanni Di Maria*

La rivista di novembre/dicembre

Il numero doppio della rivista che ci accingiamo a leggere offre tanti interessanti progetti pratici. Reduci dal successo riscosso nei precedenti mesi, intendiamo seguire la strada dell'autocostruzione e della progettazione. In questo numero scopriremo il modo per utilizzare la tecnica del PWM ad alta potenza, grazie alle semplici ma professionali direttive, offerte dal nostro autore Moreno Palazzo. Rivivremo, quindi, gli eccitanti momenti trascorsi alla prestigiosa Maker Faire, svoltasi a Roma il mese scorso, abilmente raccontati dal nostro Ivan Scordato. Un'interessantissima trattazione dell'amplificazione a transistor per l'audio, di Massimo Di Marco, corona una serie di articoli, dedicati all'alta fedeltà del suono. Segue un eccezionale progetto di monitoraggio dei carichi, il VARDULOG-Data logger dei consumi, creato dall'Ing. Giovanni Carrera. Proseguendo, andiamo a conoscere due bellissimi prodotti, assolutamente da provare e collaudati per noi da Maurizio Di Paolo Emilio. Segue un mio articolo nel quale illustro un'applicazione semplice e pratica dell'adattatore Multi-1/µUSB RS232 Android-RS232 Converter. Infine Roberto Vallini propone una bella sperimentazione su Arduino, molto interessante per chi comincia adesso ad affacciarsi nel mondo della programmazione applicata all'elettronica.

Giovanni Di Maria

Fare Elettronica può essere acquistata come rivista in PDF oppure essere ricevuta acquistando una membership. I vantaggi della membership sono di tipo economico (costa quasi come la rivista) ma in più si accede in anteprima agli articoli, a molti contenuti premium e tutti i numeri precedenti di Fare Elettronica.

SCOPRI DI PIU'

PWM DI POTENZA MULTI USO
IL DRIVER LED

di Moreno Palazzo

Iniziamo una serie di articoli dedicati al PWM di potenza multifunzione, al termine di questi articoli sarete in grado di gestire un PWM in MikroBasicPro e di realizzare controlli di carichi per i vostri progetti.

Introduzione

Nell'era dell'illuminazione a basso consumo, in commercio si possono trovare delle bobine a led con alimentazione di rete a 220VAC, queste in realtà sono composte da una serie di led e resistenze di limitazione per la corrente, com'è noto il led se alimentato con una tensione alternata, si comporta da raddrizzatore e causa uno sfarfallio pari alla metà della frequenza di alimentazione.
Questo fenomeno avviene in quanto la semionda positiva e quella negativa si alternano e non essendoci un condensatore di livellamento si rilevano i fronti di salita e discesa della tensione stessa.
Naturalmente non si dovrebbe alimentare il led con tensioni continue fisse dato che non è una LAMPADINA bensì un semiconduttore, proprio per questo occorre fornire una tensione modulata in frequenza al fine ultimo di allungare la vita al semiconduttore, che sia esso di potenza o non.
Proprio a tal proposito ho progettato un PWM DI POTENZA MULTIUSO; questo circuito fornisce un'alimentazione in CC variabile da 22VDC a 308VDC.
Le difficoltà di questo progetto sono state molteplici, dalla scelta dei MOSFET di potenza alla realizzazione di un alimentatore stabilizzato che non utilizzasse dei trasformatori step down o switching per via delle loro dimensioni. Circa lo stadio di alimentazione (figura 1) ho optato per un alimentatore senza trasformatore, vediamo di cosa si

tratta. Se posizionassimo una resistenza davanti ad un carico essa ne limiterebbe la corrente, ovviamente deve avere una potenza di dissipazione esponenziale alla tensione e all'assorbimento del carico stesso. Per esempio, se decidessimo di alimentare un carico a 12V con un assorbimento di corrente da 0,02A e avessimo come fonte di alimentazione quella di rete a 220VAC, il calcolo della legge di Hom sarebbe:

R=220/0,02=10400 Ohm

Quindi andrebbe bene una resistenza da 10k o 12k viste le tolleranze, però c'è una pecca in questa modalità: la potenza da dissipare sovradimensionando i Watt della resistenza, un po' per evitare di far sì che si surriscaldi troppo o lavorare al limite dato che ne causerebbe la distruzione, applicando questa formula:

Pdiss=R*I^2=10400*(0,02)^2=4,16 W

A questo punto dovremmo acquistare una resistenza da 10K 5W e come si può notare questo è l'assorbimento solo della resistenza, senza calcolare quella del carico di circa 0,45W per un totale di 5,45W e non è il massimo, però nulla è perduto! In alcuni casi è possibile sostituire la resistenza con un condensatore, dato che lavoriamo in alternata il condensatore si fa attraversare dalla corrente limitandola, questo fenomeno si chiama reattanza e si indica con la X e la misurazione resta in Ohm. Senza perder tempo in calcoli, vi consiglio di fare una ricerca in rete o di acquistare dei libri di elettronica di base. Detto questo, il condensatore va posto in serie alla fase! Dovrebbe essere da 330 nF 400VAC io ne ho installati due da 220nF400V, posti entrambi in serie alla fase e neutro, la cosa positiva è la protezione da cortocircuiti in uscita, difatti la reattanza capacitiva, come la resistenza, limita il valore di cortocircuito rendendo inutili le protezioni in corrente, altresì per le protezioni in tensione, l'alimentatore non deve mai funzionare a vuoto, in quanto la tensione salirebbe al punto di far esplodere il condensatore posto dopo il ponte diodi e

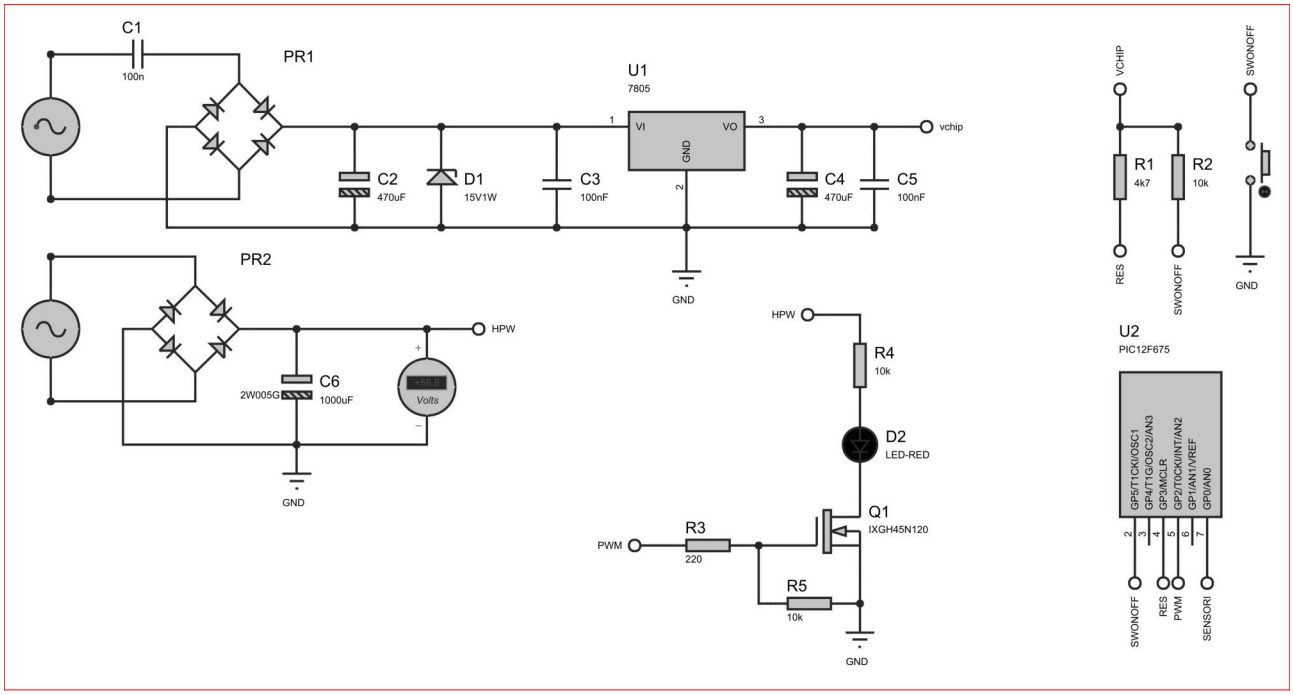


Figura 1: Schema elettrico

FORMAZIONE CONTINUA PER SVILUPPARE IL CAPITALE UMANO E FAVORIRE LA COMPETITIVITÀ

NON BUTTARE VIA I TUOI SOLDI!

RECUPERA UNA PARTE DI VERSAMENTI INPS E **INVESTILI IN FORMAZIONE** DEL PERSONALE, GRAZIE ALL'**INNOVATIVO PROGETTO TECNOIMPRESE**

- ✔ Ogni impresa può destinare lo 0,30% dei contributi INPS a un Fondo interprofessionale con un meccanismo simile al 5 x 1.000 della dichiarazione dei redditi, (non si tratta quindi di un costo aggiuntivo);
- ✔ Tecnoimpreser assiste le aziende nella ricerca di agevolazioni per la formazione dei dipendenti, valutando la possibilità di accedere ai finanziamenti pubblici;
- ✔ Tecnoimprese, grazie a un accordo siglato con FormAzienda (fondo autorizzato dal Ministero del Lavoro) ha in programma una serie di seminari **GRATUITI** in tutti il Nord Italia

Tecnoimprese è iscritto all'albo enti di formazione della Regione Lombardia

Tecnoimprese: Via Console Flaminio, 19 - 20134 Milano
tel. 02 210.111.230 - *training@tecnoimprese.it*

www.tecnoimprese.it/formazione

danneggiare il carico.
Per quel che concerne la scelta del Mosfet, è data dal fatto che in primis avevo optato per un circuito a triac, ma oltre alla problematica della gestione in continua vi è un fenomeno che si verifica proprio con i triac, vedi i dimer elettronici, causando disturbi dovuti dalle commutazioni del componente attivo (SCR o Triac), in modo particolare quando si richiede metà della potenza disponibile, generando disturbi che prevedono dispositivi di filtraggio costosi e ingombranti, inoltre sulla rete si introducono anche armoniche di corrente causando disturbi nell'impianto ove vi è installato un sistema audio/video, dovuti alle interferenze generate dalle connessioni all'impianto d'illuminazione e in alcuni casi, l'utilizzo di dimer in un impianto elettrico provvisto del nuovo contatore ENEL, predisposto per la telelettura del consumo, può provocare lo sgancio saltuario dell'interruttore magnetotermico (salvavita), il dispositivo interviene nel caso si abbia una fornitura minima di circa 3KW e avviene in concomitanza all'accensione di una lampadina tramite dimer, durante il funzionamento dei carichi speciali (lavatrice, ferro da stiro, micronde, ecc). Giunti a questo punto è d'obbligo la scelta dei mosfet, nel caso di specie ho optato per un IGXH45N120, cioè 1200V 45A a canale negativo, non male!
Nel circuito presentato in questo numero, come potrete vedere nella figura 3 vi è installato solo uno dei due mosfet, poiché le potenze richieste per il carico non superano la metà di quella che potrebbe fornire il mosfet.

Come funziona

Nella figura 1 vi è riportato lo schema elettrico semplificato, analizziamolo nel dettaglio: la fase e neutro della rete elettrica a 220Vac passa attraverso i condensatori C1 e C2, limitandone la tensione, passando dal ponte diodi Pont1 che raddrizza a doppia semionda la tensione portandola a:

Vout = 220*3,41-1,4 = 308,8Vdc

Il diodo D1 zener 15v 1w stabilizza la tensione a 15v-0,7v=14,2V effettivi, il condensatore C3 da 470uF16V livella la tensione, la resistenza R1 da 4k7 limita la corrente che alimenta il led D2 usato come spia di alimentazione, lo stabilizzatore lineare U1 7805 fornisce la tensione che andrà ad alimentare il PIC12F675, i condensatori C4 e C5 da 470uF16V

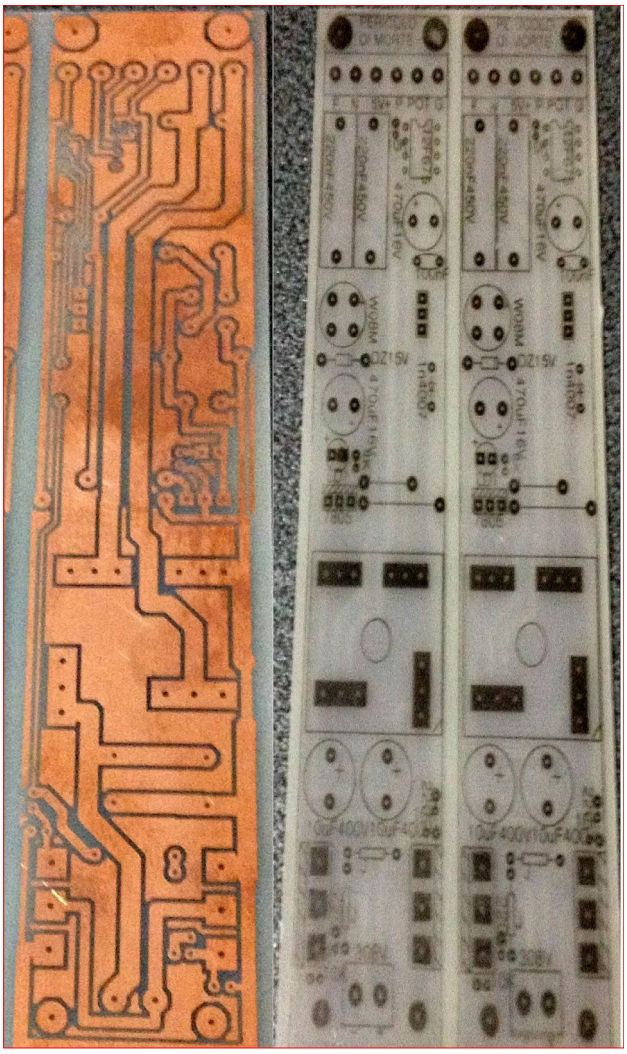


Figura 2: PCB e piano componenti

Elenco componenti	
R1	4K7 1/4W
R2	10K 1/4W
R3,4	220 Ω 1/4W
R5,6	10K 1/4W
C1,2	220nF 400V non elettr.
C3,4	470uF 16V elettrolitico
C5	100pF poliestere
D1	Zener 15V1W
D2	Diodo led
D3	1N4007
P1	Ponte diodi 1A 400V
P2	Ponte diodi 50A 500V
U1	7805
U2	PIC12F675 microchip
U3,4	Mosfet IGXH45N120
TBL	TERMINAL BLOCK M3
VITI	M3

e 100pF forniscono la potenza e il filtraggio per il pic. La resistenza R2 da 10K utilizzata come pull-up posta sull'ingresso RA5 del pic tiene a livello logico 1, fino a quando il pulsante non viene premuto, la porta RA2 pilota il gate del mosfet attraverso il diodo D3 1n4007 avente l'anodo rivolto verso il pin del pic e il cadoto alle resistenze da 220h R3,4 serve per evitare che nel caso in cui il mosfet si dovesse guastare, la tensione negativa non entri nel pic distruggendolo. Le resistenze R3,4 pilotano il gate dei mosfet, le resistenze R5,6 da 10k posizionate tra il negativo e il gate evitano auto oscillazioni ed eventuali conduzioni in uscita.
In parallelo al morsetto di alimentazione la fase e neutro giungono al ponte diodi 2 da 50A500V senza limitazioni raddrizzando la tensione di rete, i condensatori C6,7 da 10uF400V in parallelo ne compongono uno da 20uF400V con la velocità di un condensatore, non ho messo dei valori capacitivi più alti perché nel caso di specie non servirebbe.

Realizzazione pratica

Passiamo finalmente all'aspetto più interessante, in quanto viene descritta tutta la fase per la realizzazione del circuito stampato, con le serigrafie (vedi figura 2), per prima cosa dovremmo esser muniti di basette pre sensibilizzate, un bromografo, liquidi per lo sviluppo, trapano di precisione, foglio di acetato ad alte temperature per stampanti laser, stampante laser, ovviamente chi non avesse una stampante laser può utilizzare una comune a getto d'inchiostro, ma non potrà effettuare la serigrafia.
Fatte le premesse iniziamo, stampate il master non in modo speculare, poiché si creerebbe uno strato di spessore tra lo stampato e la vernice compromettendo il risultato finale, bensì stampando in modo normale sarete costretti a girare il master facendo sì che la

Figura 3: Montaggio

Listato parte 1

```
program PwmDriverLed
' Soft realizzato da Palazzo Moreno lì 11/08/2015
' Email: htsdpm@yahoo.it

' PWM dimerabile programmabile
' Alimentando il pic caricherà le variabili atte all'incremento e
' decremento del pwm in modalità default, se il pulsante on/off viene
' premuto per meno di 3 Sec. eseguirà il programma di accensione e spegnimento
' se risulta premuto per più di 3Sec. carica il programma per la dimerizzazione
' una volta selezionata l'intensità desiderata rilasciare il pulsante e avverrà
' la memorizzazione seguita da uno spegnimento breve dell'uscita e riaccensione
' dovuta al mancato azzeramento della variabile cont

symbol pwmout = gpio.2                        'sezione di dichiarazioni
symbol puls   = gpio.5

dim t_on, t_off as word                       'variabili di comodo
dim t_up, t_dw, k as word
dim cont,i as word
```

Listato parte 2

```
sub procedure antibump                        'procedura di anti rimbalzo per i pulsanti
    delay_ms(500)
end sub
```

Listato parte 3

```
main:                          'settaggio dei registri e delle variabili
  GPIO=7                       ' inizializzazione gpio register
  CMCON=7                      ' spegni i comparatori
  TRISIO=%100000               ' set degli I/0
  ANSEL=0                      ' setta in digitale
  gpio = 0                     'spegni le uscite
  pwmout = 0                   'spegni l'uscta pwm
  t_on = 0                     'poni a 0 la variabile t_on
  t_off =0                     'poni a 0 la variabile t_off
  t_up = 1000                  'variabile di defoult per pwm
  t_dw = 0                     'variabile di defoult per pwm
  k=0                          'poni a 0 la variabile di comodo
  cont=0                       'poni a 0 la variabile per il conteggio del pulsante
```

parte stampata aderisca con la basetta, attendere circa 4 o 5 minuti con una distanza di 5 o 6 cm dal neon UAV, spegnere il bromografo (anche auto costruito), controllare in controluce se la fotoincisione è avvenuta, passare allo sviluppo con la soda caustica, utilizzando i guanti blu atti all'uso di agenti chimici aggressivi, agitate fino a quando il circuito è ben distinto e visibile, lavare con acqua corrente, immergere la basetta nella soluzione di acido ferrico innescando il processo di ossidazione, una volta corroso tutto il rame non impresso da vernice effettuate un altro lavaggio. Quando avrete terminato, stamperete sul foglio d'acetato (questa fase deve esser eseguita solo con una stampante laser) il lato componenti in modo speculare, pulite con acetone o diluenti al nitro la vernice esistente per asportarla e lasciare il rame grezzo, dalla parte dove installerete i componenti eseguite i fori di riferimento e posizionatevi il foglio stampato lato

Listato parte 4

```
start:                                          'part program d'inizio
delay_ms(1000)
pwmout=0
while true                                      'apri ciclo infinito
     if puls = 0 then                           'se il pulsante è premuto
       cont = cont+1                            'incrementa la variabile cont
       delay_ms(1)                              'ritardo di un millisecondo
     end if                                     'fine test
if(puls=1)and(cont>10)and(cont<3000)then'se il pulsante è stato rilasciato testa count
     cont = 0                'se count è inferiore a 3sec e superiore a 10millisecondi
     antibump                                   'antirimbalzo
     goto  onoff  'va all'accens caricando valori pwm impostati o di default o programm
end if                                          'fine test
if(puls=1)and(cont>3000)and(cont<20000)then     'pulsante è stato rilasciato testa count
    cont = 0                                    'se count è inferiore a 20 sec e superiore a
                                                '3sec carica il programma di settaggio
    antibump                                    'anti rimbalzo
    goto progdm                                 'carica il programma set dimer
end if                                          'fine test
wend                                            'fine ciclo infinto
```

Listato parte 5

```
onoff:                      'part proggram accensione e spegnimento
 t_on = t_up                'carica i valori di t_up e assegnali alla variabile t_on
 t_off= t_dw                'carica i valori di t_dw e assegnali alla variabile t_off
 while true                 'ciclo infinito
     pwmout=1               'poni a 1 l'uscita pwm
     for k = 1 to t_on      'ciclo k per conteggio
       delay_us(1)
     next k
     pwmout=0               'poni a 0 l'uscita pwm
     for k = 1 to t_off     'ciclo k per conteggio
        delay_us(1)
     next k
     if puls=0 then         'se il pulsante è premuto
        pwmout = 0          'spegni il pwm
        antibump            'antirimbalzo
        goto start          'vai al part proggram start
     end if
 wend
```

componenti, appoggiate un ferro da stiro in modalità acrilico e premete per 20 secondi, una volta ricoperta tutta la superficie posizionatevi in un angolo, e sollevate l'acetato delicatamente mentre spostate il ferro da stiro, per effetto del trasferimento a caldo il toner rimarrà impresso nella vostra basetta, donando un aspetto molto professionale rendendo anche intuitivo l'installazione dei componenti stessi, attenzione che la basetta si scalderà molto, attenti a non ustionarvi. Una volta preparata la scheda, dovrete forarla e posizionarvi sopra i componenti partendo da i vari ponticelli, resistenze, diodi, zoccolo a 8 pin, ponti diodi, condensatori, transistor o ic e in fine i terminali di collegamento. Come avrete visto nella figura 3 ho alloggiato il circuito in una aletta di raffreddamento a doppia ala, per dare un aspetto più professionale e dissipare meglio i mosfet, per far ciò dovrete (una volta saldato i componenti e collaudato il circuito), applicare una vernice isolante spry o a pennello, si

Listato parte 6

```
progdm:                                     'programma di settaggio dimer
  t_up=0                                    'setta le variabili in modalità default
  t_dw=1000                                 'intensità bassa

while true                                  'ciclo infinito
  if puls=0 then                            'testa il pulsante se premuto incrementa le
variabili
     t_up=t_up+10                           'incrementa la variabile di intensità alta
     t_dw=t_dw-10                           'decrementa la variabile di intensità bassa
     cont=0                          'azzera cont per non uscire dalla programmazione
     delay_ms(15)                           'attendi 15 milli secondi

     if (t_up=1000)and(t_dw=0)then    'test delle variabili se hanno raggiunto il massimo
         t_up=0                             'resetta in modalità intensità bassa
         t_dw=1000
     end if
  end if
                                            'ciclo del pwm
    pwmout=1                                'accendi l'uscita
    for k = 1 to t_up  'ciclo di conteggio in microsecondi comparandolo con la variabile
        delay_us(1)
    next k
     pwmout=0                               'spegni l'uscita
    for k = 1 to t_dw  'ciclo di conteggio in microsecondi comparandolo con la variabile
     delay_us(1)
    next k

    if puls=1 then                          'se il pulsante viene rilasciato
       cont=cont+1                          'incrementa cont
    end if
    if cont=100 then              'se cont ha raggiunto circa 100 cicli di While true
       pwmout=0                             'spegni l'uscita
       antibump                             'richiama la finzione anti-rimbalzo
       goto start                           'vai a start
    end if                                  'non ho azzerato la variabile cont poiché
                                            'quando torna in modalità start
                                            'eseguirà un'accensione con l'intensità
                                            'programmata, al fine di verificare
                                            'l'avvenuta selezione.
wend
end.
```

possono acquistare prodotti già pronti o sciogliere in un bicchiere di vetro con dell'acetone un enorme quantitativo di polistirolo, si avete letto bene, acetone e polistirolo (quello da imballaggio è perfetto), creando una vernice poliuretanica, dissolvetene grandi quantità fino a quando la soluzione non è del tutto satura, stendete con un pennello la vernice e attendete che il solvente evapori, qualunque sia la modalità che sceglierete, dovrete poi ritagliare un foglio d'acetato o due, interporli tra la scheda e l'aletta di alluminio con dei distanziali di plastica e delle viti, fissate il PWM DI POTENZA al suo elegante contenitore. Tutte queste precauzioni sono di fondamentale e non trascurabile importanza, dato che lavorerete con tensioni in continua e alternata elevate! Notare la scritta pericolo di morte! Se eseguirete attentamente ogni passo e verificherete con un tester la continuità, e risulta negativa, solo e ripeto solo a quel punto potrete alimentare il vostro circuito. Questo progetto è stato disegnato con Proteus8 (vedi figura 5).

Listato parte 7

```
while true        ' ciclo infinito
 porta.0=1        ' accendi l'uscita RA0
 for i = i to 100 ' il ciclo for impostato a 100 fornisce il massimo di intensità
                  ' variando questo valore dovrete variare anche il valore di off
    delay_ms(1)   ' impostare un ritardo di 1 millisecondo
 next i           ' esci dal ciclo i
 porta.0=0        ' spegni l'uscita del pic
 for i = i to 0      ' anche in questo caso deve essere inversamente proporzionale
                     ' rispetto al tempo di on
  delay_ms(1)        ' ritardo di un millisecondo
 next i              ' esci dal ciclo i
wend
```

Programmiamo il PIC

L'utilizzo di un microprocessore rende qualsiasi circuito versatile e come limite vi è solo la fantasia umana, proprio a tal proposito ho inserito nel mio circuito un PIC12F675 con cui oltre a generare un pwm, posso spaziare tra le più svariate modalità d'impiego, come nel caso di specie l'ho reso un dimer programmabile con pulsante on/off, ma avrei potuto creare una conversione A/D e per mezzo di un potenziometro si potrebbe impostare il valore di out, è facile immaginare quante cose si possano realizzare, da un alimentatore regolabile alla gestione di segnali provenienti da altri dispositivi come convertitori frequenza/tensione, sensori di luce per la regolazione crepuscolare o autoregolazione dei lumen, collegamento con sistemi di automazione domotica e molte altre applicazioni, basta variare solo il programma. Come noterete di seguito il software è realizzato in MikroBasicPro ove eseguirà la stessa funzione di un dimer elettronico programmabile. Analizziamo il programma sezionato in più parti. Nella prima parte, la dicitura: program PwmDriverLed è il nome vero e proprio del programma. Tutto ciò che viene scritto dopo l'apice “ ' “ il compilatore lo legge come commento e non lo prende in considerazione, la dicitura Symbol non è altro che la dichiarazione di una porta o variabile a cui assegnare i valori o indirizzi dei registri, come notate io ho dichiarato che gpio.5 e gpio.2 sono dedicate una all'ingresso del pulsante e l'altra all'uscita del pwm. Le variabili “dim as” sono utilizzate per generare i due pwm, uno per la funzione d'uscita e l'altro per la memorizzazione del valore programmato, vedi t_on, t_off, t_up, t_dw. Le variabili k, cont, i, sono utilizzate per il conteggio dei tempi sia per il pwm che per il test del tempo in cui il pulsante resta premuto o non. Nella seconda parte del listato, la sub procedura antibump serve a creare un ritardo di 500 millisecondi per evitare dei rimbalzi di I/0 del pulsante causando l'instabilità del progetto.
Tutto ciò che viene racchiuso nella label main, riguarda il settaggio dei registri e delle variabili che servono al pic, leggere i commenti a lato dei comandi. La quarta parte del programma con la label start, spegne l'uscita pwm, testa se il pulsante è premuto e se risulta chiuso ne incrementa la variabile cont, dopo esser stato rilasciato, legge i valori di cont e se il pulsante resta premuto da un minimo di 10mS ad un massimo di 3S salta alla label onoff, in caso incui i valori di cont passano da 3S a 20S passa alla modalità programmazione pwm.
Nella quinta sezione del programma,

SEGUICI SU facebook

Clicca "Mi Piace" e scarica subito la *Guida Android*

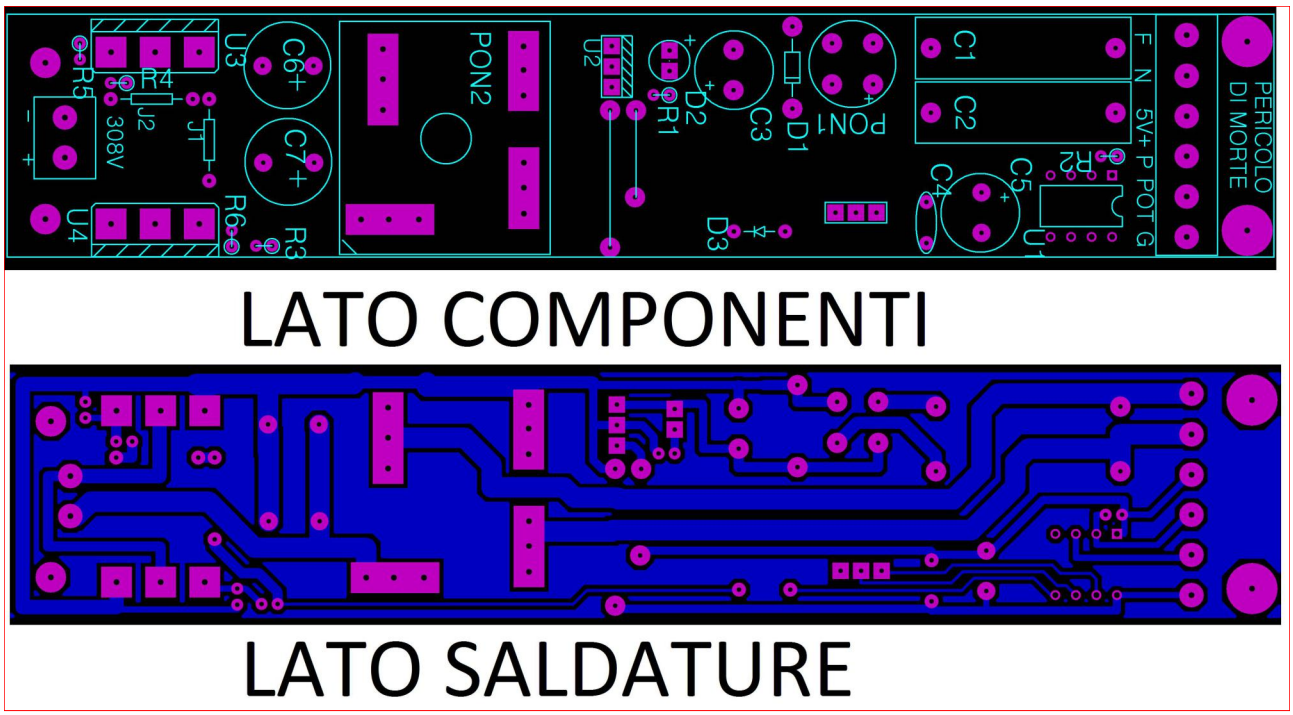


Figura 5: Lato componenti e lato saldature

con la label onoff, le variabili t_on, t_off caricano i valori di t_up e t_dw, se non fosse stato eseguito alcun programma o viene fornita alimentazione che sia per la prima accensione o successivo ad un bleakout, i valori assunti da t_on e t_off sono quelli di default, una volta avviato il pwm testa se il pulsante viene premuto per passare alla fase di spegnimento. La sezione progdm, programmazione dimer (la sesta), pone al valore minimo il pwm passando ad un ciclo infinito while true ove se il pulsante dovesse restare premuto incrementerebbe la variabile t_up e decrementerebbe t_dw i cui verranno utilizzati per il valore del pwm definitivo, se il pulsante dovesse restare premuto la variabile cont non verrebbe incrementata bensì azzerata, se le due variabili dovessero raggiungere il massimo dei loro valori verranno posti come default, esegue il pwm con il ciclo, for i = i to (variabile), alterando da on a off l'uscita del pic, finito il ciclo, testa se il pulsante è premuto oppure no, nel caso in cui fosse premuto la porta del gpio.5 rimarrebbe a 1 incrementando il cont, se cont raggiungesse i 100 cicli, spegnerebbe l'uscita attendendo il tempo per l'anti bump ma non resetterebbe la variabile cont di modo da reindirizzare il programma verso start, dopo un secondo accenderà il pwm dalla sezione on/off e renderà visibile nell'immediato il valore programmato nella ram. Un programma semplice ma che richiede un po' di esperienza.

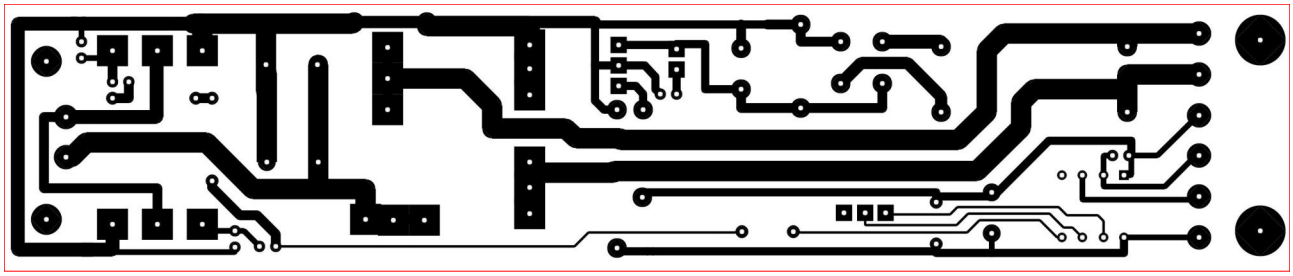


Figura 6: PCB

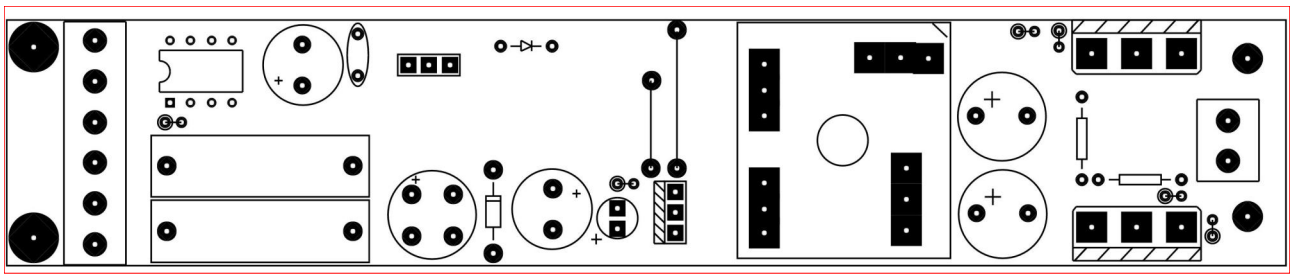


Figura 7: Serigrafia

Come funziona un PWM

Vi sono tanti esempi che spiegano egregiamente come gestire un pwm in un pic. Io personalmente consiglio, per chi non ne fosse ancora a conoscenza del software mikrobasicpro, un libro di testo intitolato: “Programmazione BASIC per PIC di Giovanni Di Maria”. Personalmente ho acquistato questo libro, molto istruttivo e ricco di esempi pratici e teorici, nel corso vi è spiegato abbondantemente come gestire al meglio le porte del pic, e non me ne voglia Giovanni Di Maria, se ripropongo una sua lezione ma lo faccio solo a scopo dimostrativo, per chi volesse approfondire consiglio vivamente di acquistare il libro direttamente dalla redazione. Vediamo quindi come generare un segnale modulato in frequenza, immaginiamo di avere un generatore a onda quadra e che questo generi alcuni impulsi on/off dalla durata di un millisecondo, ponendo una lampadina alimentata dal treno d'impulsi con un duty cycle, pari al 50% essa si illuminerà pari alla metà del suo massimo teorico, quindi é come se stessimo alimentando il carico con la metà della tensione rispetto alla sorgente. Variando i tempi di on/off variamo il duty cycle aumentando o diminuendo il valore in uscita, per esempio se sulla base di 100 millisecondi dovessimo porre a 1 l'uscita del pic per un tempo di 100 e a 0 per un tempo pari a 0 millisecondi, l'uscita sarà al massimo della sua tensione fornita dal pic, nel caso in cui volessimo generare un'intensità di luce pari al 10%, non dovremo far altro che impostare il tempo di on a 10 e il tempo di off a 90 millisecondi, questo si può racchiudere con poche linee di programmazione (vedi listato parte 7). Vi sono altre soluzioni implementate nelle funzioni di MikroBasicPro, utilizzando i pic della famiglia 16f877, 876, 887 si possono usare le librerie PWM1 o PWM2 asseconda di quante porte ha previsto la casa costruttrice Microchip. Grazie alla libreria PWM si evita tutta la trafila dei tempi on e off, rendendo più semplice la gestione per esempio: il comando PWM1_Init (5000) inizializza il pwm a 5KHz, ne segue PWM1_Set_Duty(variabile) dove al posto della variabile si può assegnare un valore numerico o da una variabile, PWM1_Start() come facilmente intuibile fa innescare il PWM e PWM1_Stop() lo ferma. A fronte di quanto detto, spero che questo progetto sia di vostro interesse trovando posto nel vostro laboratorio, l'utilizzo di un alimentatore per strisce a led permette di conferire stabilità ad alte potenze alla vostra illuminazione, nel prossimo articolo verrà descritto come realizzare un controllo automatico del carico per mezzo di alcuni sensori... non perdetevi il prossimo appuntamento.

Bibliografia e riferimenti

Email: htsdpm@yahoo.it

MAKER FAIRE ROME 2015: TANTA TECNOLOGIA E INNOVAZIONE IN UN SOLO EVENTO

di Ivan Scordato

Quest'anno, dal 16 al 18 ottobre, all'università "La Sapienza", famosa Università di Roma, si è svolta la Maker Faire Rome 2015, il più importante evento dell'innovazione al mondo dove è possibile trovare qualsiasi genere di invenzione carica di creatività e inventiva.

Io ci sono stato, e in questo articolo trovi riportata la mia esperienza e alcuni progetti presentati che ho ritenuto essere particolarmente interessanti. Evento dedicato ai Makers, con il fine di creare un posto dove appassionati e professionisti di ogni età, provenienti da tutte le parti del mondo, possano incontrarsi per scambiare idee, tirando fuori il vero spirito di Maker. Maker Faire Rome 2015 è stata organizzata da Asset Camera, un'azienda speciale della Camera di Commercio di Roma con la Mission di diffondere la cultura digitale e lo sviluppo dell'imprenditorialità individuale e collettiva. In sostanza, Maker Faire, è una fiera che unisce scienza, fantascienza, tecnologia, divertimento e business dando vita a qualcosa mai visto prima. Non è una fiera solo per gli addetti ai lavori: alla Maker Faire, infatti, si possono trovare non solo invenzioni e progetti riguardanti il campo scientifico e

Figura 1: Stand in area Kids

Figura 2: Robot InMoov in funzione

tecnologico, ma anche nuove forme di arte, spettacolo, artigianato, sperimentazioni sul cibo e attrazioni mai viste prima. Le parole che rispecchiano in tutto e per tutto l'evento sono: incontro, confronto, formazione, divertimento e interazione. Per capire esattamente di cosa stiamo parlando, ecco nello specifico tutti i settori e eventi presenti quest'anno:

- 3D printing
- 3D scanning
- Arduino
- Art
- Artisans & New Craft
- Biology
- Cultural Heritage
- Drones
- Education
- Energy & Sustainability
- Fabrication
- Hacks
- Home Automation
- Internet of Things (IoT)
- Kids & Education
- Music & Sound
- Open Source
- Recycling & Upcycling
- Robotics
- Science
- Workshops
- Hackathon
- Live Talk
- Steam Punk
- Wellness & Healthcare
- Educational
- Fashion & Wearables
- Food & Agriculture
- Games

Quest'anno, dopo il successo delle edizioni precedenti, lo scenario che mi si è presentato davanti appena arrivato è stato straordinario: centinaia di invenzioni, progetti e attrazioni provenienti da 65 nazioni, tutto organizzato e suddiviso in più padiglioni numerati in base al settore di appartenenza. In programma live

Figura 3: Robot InMoov in funzione

performance, workshop, seminari, conferenze e molto altro. Persino per i più piccoli è stata riservata una speciale Area Kids molto grande, dove hanno avuto la possibilità di avvicinarsi ad un nuovo mondo facendosi un'idea di quello che potrebbero fare un giorno, in base a quello che li appassiona di più. Visto che si tratta di un evento dedicato ai

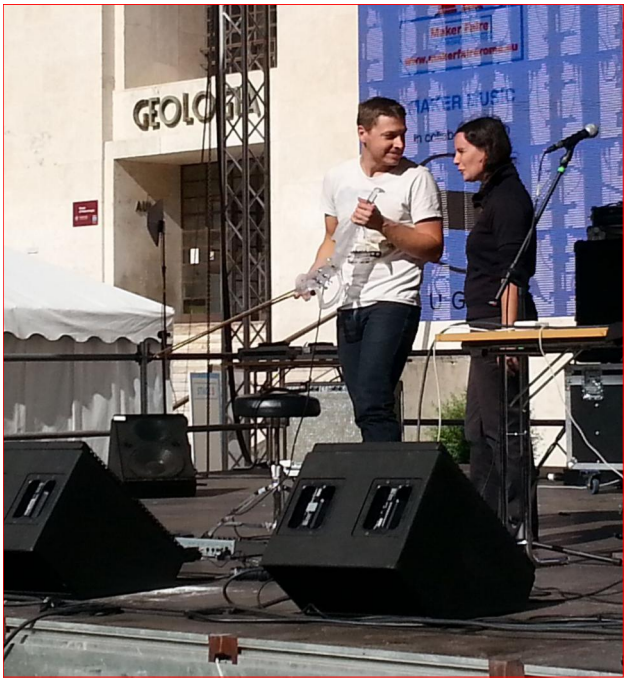


Figura 4: Violino elettrico stampato in 3D

Figura 5: Plastico di presentazione del progetto Intrepid

Makers, in questo articolo non mi sono voluto soffermare su prodotti commerciali che sono stati presentati durante l'evento, ma ho voluto appositamente stare in mezzo ai Makers per parlare di loro e dei loro progetti, perchè i Makers siete voi.

Per gli amanti dei robot, uno dei progetti presentati di cui sono rimasto affascinato è sicuramente **InMoov**, creato dallo scultore e designer francese Gael Langevin. InMoov è il suo progetto personale, avviato nel 2012, il primo robot Open Source stampato in 3D a grandezza naturale. E' possibile realizzarlo con qualsiasi stampante 3D che abbia una zona di stampa minima di 12x12x12cm, è concepito come una piattaforma di sviluppo per le università, laboratori, hobbisti, ma soprattutto per i Makers.

Figura 6: Robot ROVINA

Pauline: il primo violino elettrico stampato in 3D, creato da Laurent Bernadac e Geraldine Puel, ha fatto il suo debutto alla Maker Faire Rome di quest'anno nella nuova sessione dedicata al "fare musica". E' stato il risultato di anni di ricerche, in grado di suonare in modo professionale.
Il design è ispirato dalla forma di un violino Stradivari, ma il creatore l'ha reso più semplice, moderno e leggero.

Intrepid è un progetto che mira a sviluppare una tecnologia che consenta l'ottimizzazione energetica degli edifici residenziali. Sistema prototipato attualmente con una board Freescale e Arduino Yun, punta a creare una rete energetica di quartiere sostenibile dove l'energia prodotta in ogni casa, tramite l'impiego di pannelli solari, viene immessa nella rete di quartiere, senza uscire da esso.
Per gestire il sistema e visualizzare i consumi e statistiche è possibile utilizzare un app appositamente realizzata dal team.

Rovina, il robot esploratore, permette

Figura 7: Progetto Think it

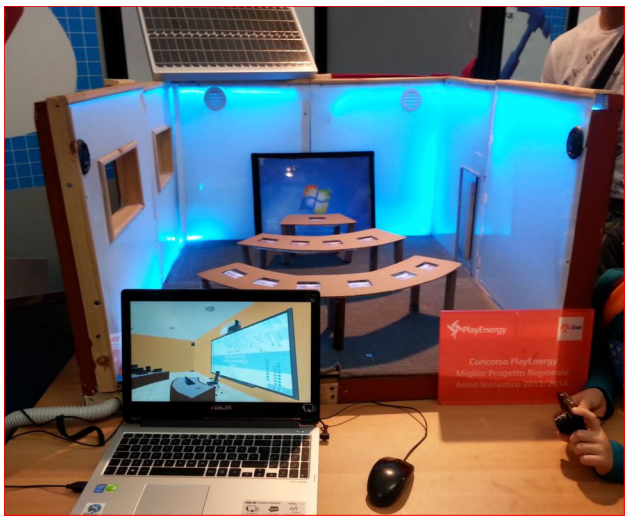


Figura 8: Smart Class 2.0

la navigazione ed esplorazione di aree geologiche particolarmente difficili o pericolose da raggiungere per l'uomo. Rovina permette la costruzione di accurati modelli 3D, che, come scritto sul sito dei creatori, si combinano con tecniche innovative per interpretare i dati di visione e di profondità e che consentirà di sviluppare tecniche avanzate per la navigazione sicura in patrimonio culturale. Infatti, oltre all'acquisizione di dati accurati grazie all'acquisizione in 3D e della profondità grazie a UN RADAR LASER, è possibile visualizzare in tempo reale gli aspetti ambientali rilevanti in modo da poter interagire con il robot nel miglior modo possibile. Il Software di questo progetto sarà rilasciato come software open source, con una licenza commerciale. La particolarità di questo robot rover è che i creatori sono riusciti a mantenere i costi di realizzazione relativamente

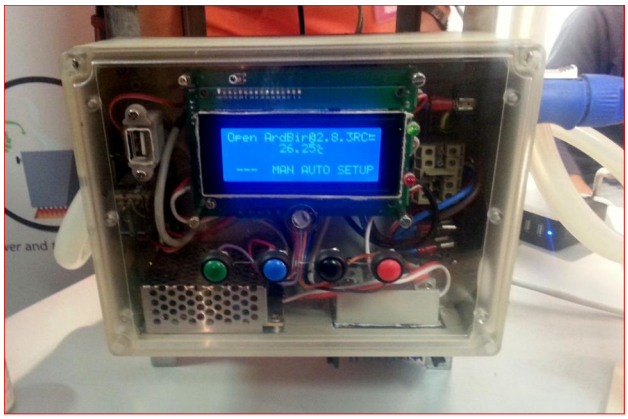


Figura 9: sistema di controllo ARDBIR

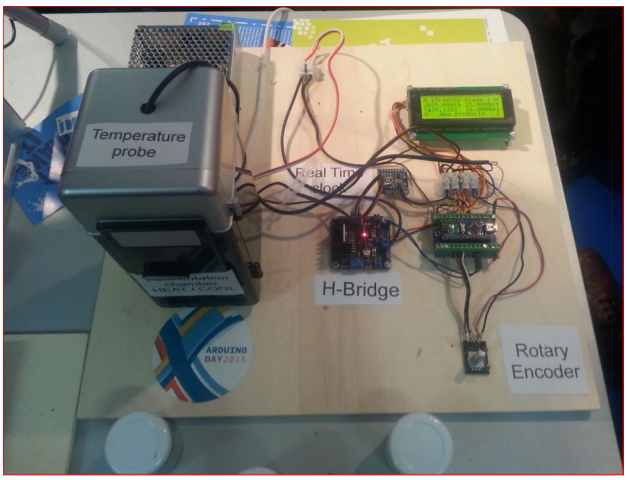


Figura 10: sistema di controllo ARDBIR

bassi grazie all'impiego di componentistica comune da trovare, come ad esempio i sensori della kinect per l'acquisizione in 3D, e un computer portatile con il compito di elaborare i dati. Quando dei giovani ragazzi mettono in moto la fantasia e sono motivati e spronati, nascono dei progetti fantastici.

Ne è un esempio il progetto **Think it** nato per uno scopo nobile: aiutare chi purtroppo ha una patologia che non gli permette di muoversi, ad eseguire

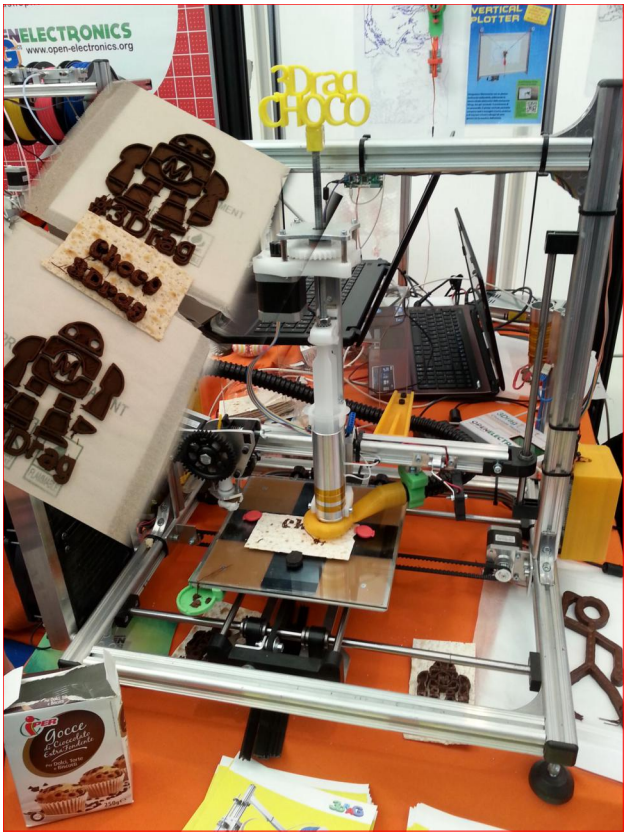


Figura 11: Stampante 3Drag choco

Scopri il nuovo ARDUINO projects

12 progetti completi

190 pagine

Solo 4.99€!!

Acquistalo ora!

PayPal MasterCard VISA

RS232 con Arduino
Usare Arduino con GSM/GPRS
ArduinoBOT
Braccio robotico
Alla scoperta di Arduino DUE
Scambiatore per elettropompe
Etilometro
Game Controller
Lampada da tavolo intelligente
Arduino parlante
Controllare Arduino
Web server

I progetti sono completi di firmware!

IE cloud

Figura 12: Stampante 3D più grande del mondo

qualunque operazione tramite l'impiego di un Brain Computer interface collegato via bluetooth ad un tablet, sul quale tramite l'applicazione "Think It", appositamente progettata per lo scopo, è possibile selezionare tramite il battito delle ciglia e la concentrazione, l'operazione che si vuole svolgere. Inoltre è possibile comandare il movimento di una testa robot che "guarderà" dove l'utilizzatore non può guardare, trasmettendo il video sul tablet in tempo reale. Cuore del progetto un Raspberry Pi e una

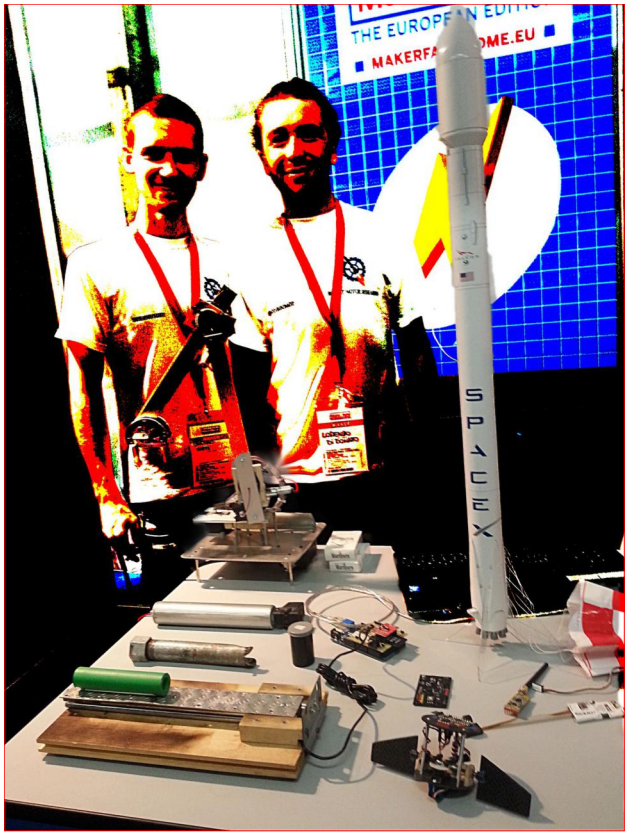


Figura 13: Rocket Engine

board Arduino. Ancora in fase di sperimentazione, però è qualcosa che promette davvero molto bene, dato che i creatori hanno già in mente come migliorare ed ampliare le potenzialità del sistema.

Un'altro progetto, realizzato sempre da ragazzi, promette di rendere le giornate degli studenti meno noiose e "grigie", più pulite e più green. Si tratta della **Smart Class 2.0**, realizzata dai ragazzi del IIS . IT "G.MARCONI" di Catania, che cercano di fare capire che "la nuova scuola non è solo un luogo di formazione di concettualità

Figura 14: Conta punti automatico per calcio balilla

mnemoniche, ma è un luogo da vivere per produrre energia e rispettare l'ambiente". Nel loro progetto hanno incluso la "classe intelligente", con la particolarità del cambio del colore di illuminazione delle mura, in modo da rendere le giornate "più colorate", includendo dei diffusori audio per la riproduzione di musica che possa aiutare gli studenti a concentrarsi, e l'innovazione più grande sta

Figura 15: Conny's Creations Stand

nell'installazione nei corridoi di piastrelle in grado di generare corrente elettrica se ci si cammina sopra.

Chi non ama la birra? Nel padiglione food, fra i tanti progetti interessanti presenti, quello che per primo ha attirato la mia attenzione è **ARDBIR**, un sistema "all-in one" per la produzione casalinga della birra. Open ArdBir è una piattaforma open source basata su Arduino, per controllare ed automatizzare il processo di birrificazione. Il controller automatizza

Figura 16: Ciondolo realizzato da Conny

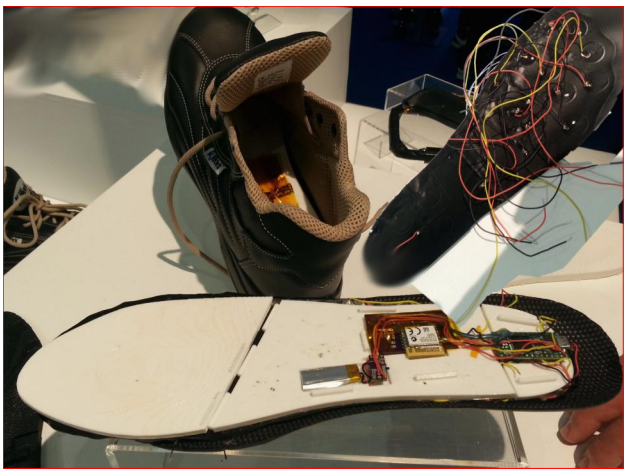


Figura 17: Soletta sviluppata per garantire la sicurezza degli operai

tutte le fasi del processo di produzione e, a detta dei creatori, la birra viene deliziosa. Sono state presentate molte stampanti 3D, molte delle quali sempre più innovative.
Per chi ama il cioccolato e la progettazione 3D, da oggi potrà realizzare tutto quello che vuole tramite un accessorio per stampanti 3D che permette di creare oggetti, lettere e decorazioni interamente in cioccolato. Accessorio molto utile specialmente per i pasticceri tecnologici che vogliono dare un tocco di innovazione e di classe alla propria azienda.
Tra le molte 3D printers esposte, ce ne sono alcune che permettono di stampare con materiali che non ci si sarebbe mai aspettati: ceramica, legno, gomma conduttiva, resina, e persino argilla.
Una delle attrazioni di quest'anno è

Figura 18: THE ONE LOVE MACHINES BAND

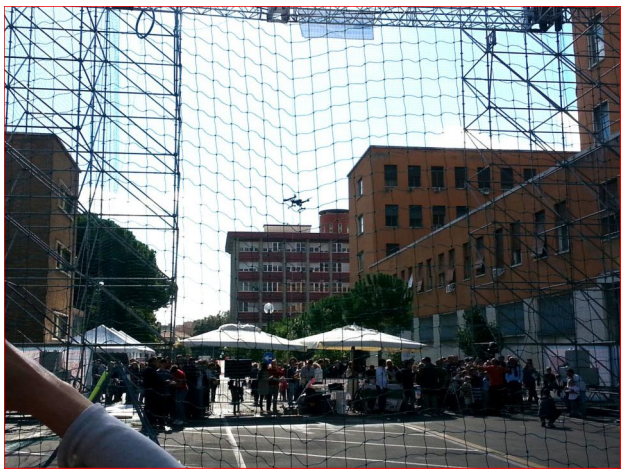


Figura 19: House of Drones

stata proprio una stampante 3D che stampa in argilla, ma la singolarità non sta solo nel materiale in cui stampa, ma nelle dimensioni. Infatti si tratta di un'opera dalle dimensioni enormi, alta 12 metri, che mi ha fatto sorridere mentre pensavo sul come costruirerò la mia casa.

Il nome della stampante è **BigDelta**, creata dall'azienda romagnola WASP, acronimo che sta per "World's Advanced Saving Project". Lorenzo Di Donato e Stefano Nitti, 2 ragazzi Romani ventenni, da sempre appassionati di elettronica e modellismo, quest'anno alla Maker Faire Rome hanno presentanto il loro progetto Rocket Engine, che consiste nel progettare, testare e realizzare modelli di razzi e motori ibridi, per fare

Figura 20: Robot interattivo

acquisizioni e studi meteorologici. Il loro principale obbiettivo è quello di riuscire a costruire dei motori ibridi ad inquinamento ridotto, con sostanze chimiche non tossiche. Attualmente, nella fase di progettazione e ricerca hanno iniziato a lavorare su motori in piccola scala alimentati da propellenti solidi effettuando vari studi per migliorarli e renderli più efficienti e più potenti, lavorando anche sull'aereodinamica dei razzi.

Per il raddrizzamento delle traiettorie,

Figura 21: Braccio robot comandato tramite un guanto con sensori integrati

per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati e per eseguire determinate azioni, i ragazzi hanno realizzato un sistema di controllo basato su Arduino. Quando gli ho chiesto esattamente cosa si aspettano di ottenere dal loro progetto, non hanno esitato a dirmi che il loro sogno è quello di riuscire a creare dei motori a razzo efficienti, non inquinanti, a basso costo, in grado di svolgere dei compiti importanti e, se possibile, di riuscire a superare la stratosfera.

Christian Fenu, uno studente appassionato di elettronica e tecnologia e autore di Fare Elettronica, quest'anno insieme a Tancredi Meli ha presentato uno dei suoi ultimi progetti che ha realizzato: un **segnapunti elettronico per calcio** balilla sviluppato con una board arduino, sensori ultrasonici e un

Figura 22: Stand di presentazione di alcuni prodotti della Intel, sponsor ufficiale

Figura 24: Occhialini protettivi distribuiti gratuitamente dalla Google, indossati da Ivan e Bart

display LCD per visualizzare il punteggio delle due squadre.
Progetto Open Source, tramite il quale chiunque vuole, può aggiungere al proprio calciobalilla o in una sala giochi, un sistema di conteggio punti automatico.
Il settore Wereable è un settore emergente che, in pochissimo tempo, sta assumendo un'importanza tale da essere impiegato in molti ambiti.
È possibile includere componenti e board elettroniche anche nell'arte, nell'abbigliamento e nei gioielli.

Connys Creations

Quest'anno sono stati i protagonisti gli "artigiani digitali", cioè coloro che nel loro lavoro realizzano qualcosa di eccezionalmente inovativo per il settore in cui si trovano. Infatti, hanno avuto la possibilità di mettersi in mostra, dimostrando che è possibile rinnovare un settore che ormai è quasi saturo di idee, trasformandolo in qualcosa di nuovo, e a volte anche bizzarro. Per il settore in cui opera, credo sia davvero curioso e interessante il lavoro svolto da Maria, un'artigiana che fa il suo lavoro per passione ed effettua la vendita su piattaforme WEB dedicate al settore

Figura 23: Sistema per il monitoraggio della qualità dell'aria nelle città

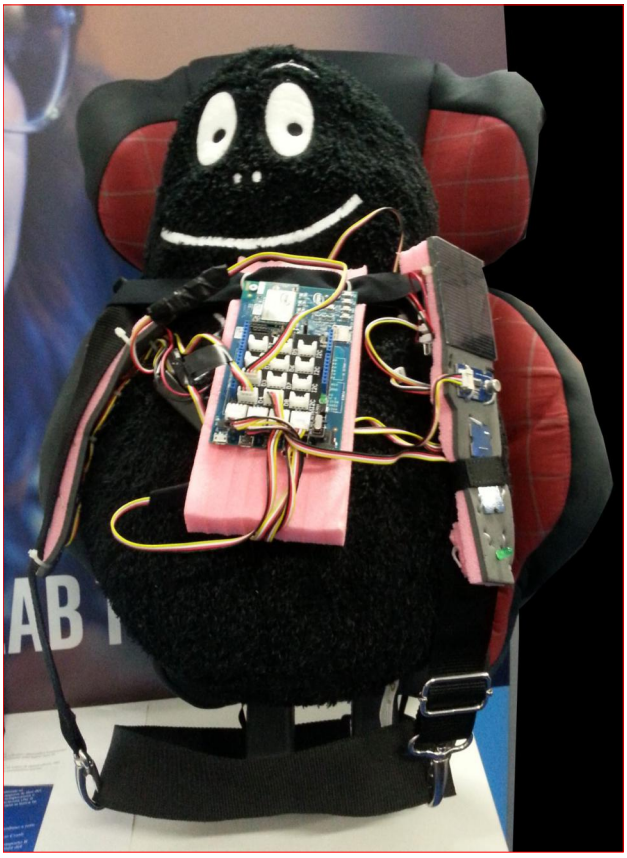


Figura 25: Baby cloud project, per non "dimenticare" il bambino in auto

SMART HUT ON THE ROAD

I ROADSHOW SMART
ALLA SCOPERTA
DELLA DOMOTICA

Oggi la **domotica** e le tecnologie per la smart home sono formidabili opportunità professionali capaci di migliorare la vita delle persone.

I roadshow di Hut sono lo strumento più efficace per costruire un network tra i protagonisti del mercato.
La forza di un gruppo di aziende che unisce le competenze per offrire formazione qualificata e moltiplicare le occasioni di conoscenza.

LE TAPPE 2016 *

> **TORINO**	25 febbraio
> **VERONA**	23 marzo
> **LECCE**	aprile
> **BOLOGNA**	23 giugno
> **TRENTO**	luglio
> **FIRENZE**	15 settembre
> **ANCONA**	17 novembre
> **ROMA**	6 dicembre

* le date potranno subire variazioni

OBIETTIVI

> Incontro diretto con il proprio target
> Formazione e qualificazione professionale
> Relazione e confronto con gli esperti del settore

FORMAT

> *Conferenza plenaria:* i migliori esperti del settore coordinati e moderati da Smart Hut
> *Workshop aziendali* tecnici e di approfondimento
> *Area espositiva:* desk aziendali per approfondimenti tecnici e incontri one-to-one
> *Omaggi e promozioni:* offerti in esclusiva dalle aziende del gruppo

TARGET

> Installatori, impiantisti, system integrator
> progettisti, architetti, geometri, periti industriali
> operatori e professionisti del settore

TRA GLI ARGOMENTI

- ✓ Perché la domotica è una opportunità per case e retail?
- ✓ Diminuire e gestire i consumi energetici: soluzioni e tecnologie
- ✓ Sicuri sempre, anche da lontano. Tutto sotto controllo in un clic
- ✓ Domotica senza fili e nuove applicazioni tecnologiche
- ✓ Orientarsi tra gli standard di comunicazione
- ✓ Come fa la luce a diventare intelligente?
- ✓ Integrazione di domotica, sicurezza e illuminazione nella progettazione di interni

CHE COSA ASPETTI?
REGISTRATI SUBITO, È GRATIS

Informazioni:
Tel. 02 210111271 - *segreteria@smarthut.it*

I ♥ DOMOTICS

www.smarthut.it/roadshow

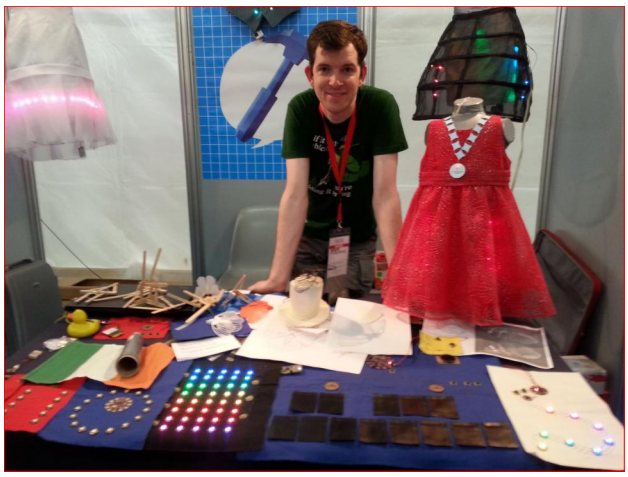


Figura 26: Wereable nella moda, come non passare inosservati

dell'artigianato. Conny, principalmente si occupa della realizzazione di gioielli, tra i quali alcuni lavorati con la tecnica Tiffany, che prevede l'uso di lastre di vetro tagliate secondo un disegno prestabilito e poi poi saldate insieme. I suoi gioielli che ha presentato quest'anno alla Maker Faire Rome, sotto il nome di "Circuiti Tiffany", hanno riscosso un grande successo tra i visitatori. Questi oggetti particolari consistono in veri e propri gioielli lavorati con il metodo Tiffany nei quali vengono modellate e incastonate delle board elettroniche di recupero, dando un tocco di Geek e fashion dando alla persona che li indossa la possibilità di esprimere la propria personalità.

Questo fantastico evento aiuta anche a confrontarsi con il mondo, in modo da capire se il proprio lavoro potrebbe avere uno sbocco diverso da quello che ci si aspettava.

Riguardo al contesto e al suo lavoro, Maria dice: «... mi ha dato un nuovo slancio per proporre nuovi modelli, fare nuove sperimentazioni e cercare di aprire la mia nicchia di mercato. In futuro mi piacerebbe riuscire ad emergere e fare solo questo, e magari oltre ad utilizzare dei circuiti di recupero, creare anche gioielli interattivi con delle board funzionanti. Vedremo! ». Quando un lavoro si fa per passione, non può che riuscire bene!

Un aspetto importante, che tutte le aziende non dovrebbero mai trascurare, è la sicurezza sul lavoro, specialmente dato che la tecnologia odierna da la possibilità di sviluppare dei progetti che possano aumentarla, rendendo il lavoro più sicuro con meno rischi. Una delle aziende che in particolar modo tiene alla salute dei propri lavoratori è la Eni, che tra le ultime ricerche nel campo della sicurezza dei lavoratori ha sviluppato il progetto Safety++ sulle wearable technologies. Il progetto principalmente consiste in oggetti indossabili e connessi fra di loro con la capacità di rilevare informazioni critiche per gli operatori e, nel caso dovesse esserci qualche pericolo, il sistema provvederà a segnalarlo tramite un apparecchio di vibrazione a contatto con il corpo.

"... Questo approccio consente di far percepire agli utilizzatori delle informazioni anche mentre stanno svolgendo le proprie mansioni, magari mentre indossano delle cuffie di protezione e senza la necessità di guardare uno schermo o una spia di avvertimento. In ambienti di lavoro estremi, come in una raffineria di petrolio o in un cantiere, la velocità di risposta è una componente essenziale nella attuazione del protocollo di sicurezza. Sono necessari tempi di risposta molto ridotti per fornire la migliore assistenza ai lavoratori in

Figura 27: Mini robot utilizzati durante un Talk

Figura 28: Serra automatizzata per coltivazione idroponica

difficoltà..." (Descrizione del progetto sul sito web www.eni.com).

Come era stato promesso, durante l'evento non sono mancate attrazioni in grado di suscitare curiosità nel pubblico e stupore tra i bambini, come ad esempio la magnifica band che ha suonato sul palco durante più esibizioni, la **THE ONE LOVE MACHINES BAND**, creata dal tedesco Kolya Kugler. Creata nel vero senso della parola, perché i componenti della band sono dei robot che vengono comandati dal loro creatore, in grado di suonare diversi strumenti musicali.

Un'altra attrazione di quest'anno è stata la **House of Drones**, dove in una grande area chiusa e protetta, piloti professionisti e appassionati farenno prendere il volo ai propri droni. In questo spazio sono state organizzate delle gare di velocità, lezioni di pilotaggio, presentazioni di droni e performance per capire come funzionano i droni.

Visitare quest'area ne è valsa proprio la pena. Sono stati dei giorni carichi di emozione che mi hanno portato a riflettere sul fatto che forse, in Italia, qualcosa sta cambiando. Giovani e meno giovani insieme a progettare un futuro ideale, dove si prende coscienza di come è fatto tutto quello

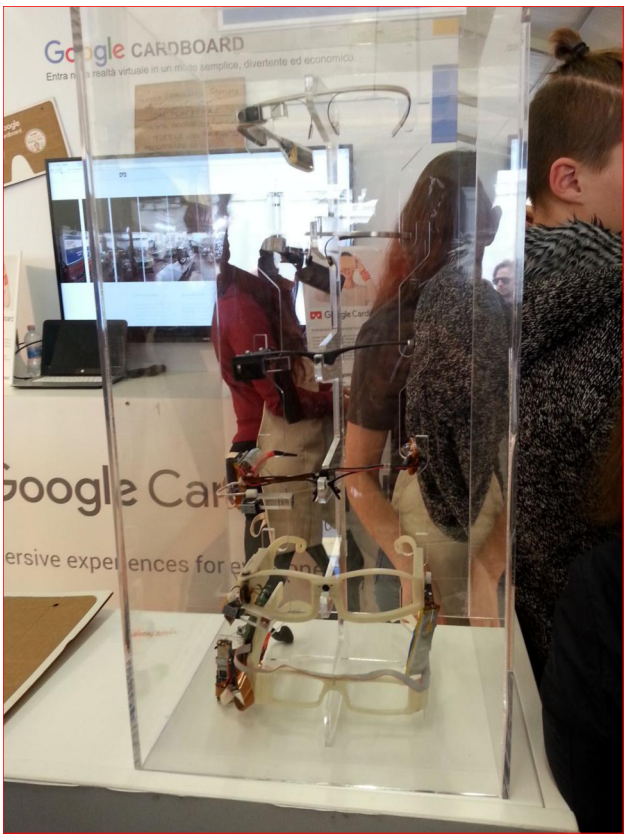


Figura 29: Prototipi dei Google Glass

che ci circonda, permettendoci di fare delle scelte più responsabili. Siamo Italiani e siamo Makers, l'inventiva Italiana non ci manca di certo, perciò è giunto il momento di buttarsi, di credere fino in fondo alle proprie idee e rischiare il tutto per tutto per riuscire ad ottenere dei risultati tangibili in termini di produttività e creatività.

Ecco i principali 5 motivi per i quali vale la pena partecipare alla Maker Faire:

- Nuovi spunti per i propri progetti;
- Avvio di collaborazioni con altri Makers e/o finanziatori;
- Possibilità di promuovere il proprio progetto dandogli visibilità;
- Luogo di ritrovo per appassionati e Makers, dove possono dare sfogo alle proprie idee liberandosi dallo stress;
- Possibilità di partecipare a moltissimi talk e mini conferenze per approfondire degli argomenti molto interessanti.

AMPLIFICATORI PER AUDIO DI QUALITA'

Gli stadi di amplificazione a BJT: 3ª parte

di Massimo Di Marco

Nella puntata precedente abbiamo esaminato il funzionamento degli stadi a inseguitore di emettitore (Collettore comune) e alla configurazione Darlington proposta come soluzione tesa ad aumentare la potenza erogabile dagli amplificatori.

Abbiamo visto anche come, accanto agli indiscutibili vantaggi, come un β elevatissimo e un ampio prodotto di banda, questi dispositivi presentano anche alcuni inconvenienti dovuti alle proprietà intrinseche e, principalmente, dal collegamento in cascata di due BJT a collettore comune. La tensione di polarizzazione doppia rispetto ad un BJT, dato che sono due le giunzioni B-E da polarizzare, e uno sfasamento tra tensione di ingresso (intesa come forma d'onda) e tensione d'uscita, che deve essere tenuta in debito conto quando si utilizzano forti tassi di retroazione (phase margin) tra i vari stadi. Questo in parte vanifica la larghissima banda di cui è capace la configurazione a collettore comune e, quindi, la configurazione Darlington, soprattutto dal punto di vista della stabilità. Vi è un altro aspetto che si deve doverosamente esaminare; dal punto di vista dell'efficienza, il darlington non risulta il componente ideale in quanto la sua VCE(SAT) è sempre e comunque superiore a quella del BJT singolo e quanto mai superiore a quella di un PMOS. Questo particolare aspetto diventa di fondamentale importanza nei circuiti switching, dove il dispositivo di commutazione lavora solo nei due stati estremi acceso-spento. Come visto nella puntata precedente, è questo il parametro che determina l'efficienza e quindi la dissipazione del dispositivo. Si rimanda il lettore all'apposito incorniciato.

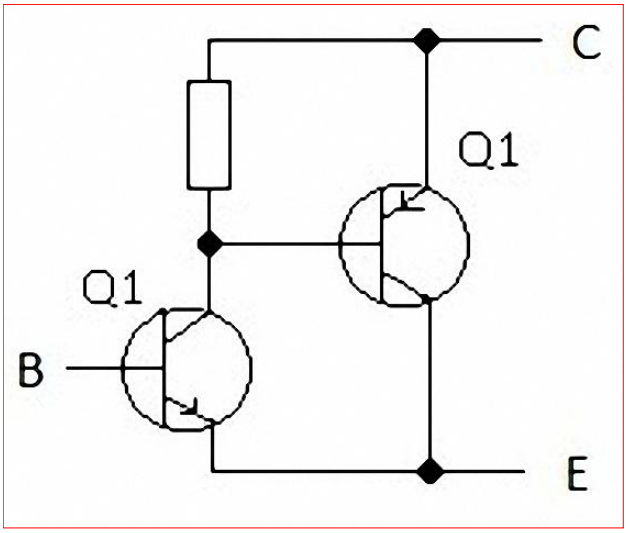


Figura 20: collegamento di due BJT in configurazione C.F.P.

Configurazione "CFP"

Per aggirare questi inconvenienti dovuti agli aspetti costruttivi di tali dispositivi si utilizza molto spesso la configurazione CFP, acronimo della definizione "Complementary Feedback Pair", ideata dallo scienziato polacco George Sziclai [1]. Questa configurazione, visibile in fig. 20, è molto utilizzata negli amplificatori di potenza lineari per alcuni innegabili vantaggi che presenta rispetto alla configurazione Darlington. Come in tutte le cose che offrono pro e contro, vi è chi sostiene la prima e chi non ha dubbi nell'utilizzare la seconda. Di certo Sziclai non ha goduto della stessa popolarità di Sidney Darlington, sebbene il suo circuito sia ampiamente utilizzato

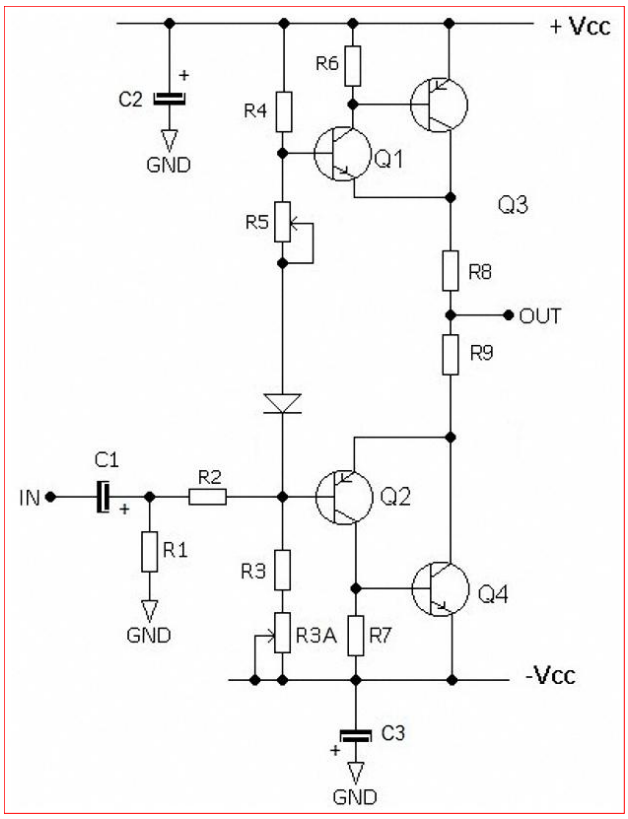


Figura 21: Stadio di potenza a BJT in configurazione C.F.P.

da parecchio tempo; i motivi di tutto questo mi sfuggono e, credo, resterà un mistero. Ma veniamo al circuito. Salta subito agli occhi che tale configurazione è formata da una coppia di BJT di polarità opposta: un NPN, come pilota e un PNP, come dispositivo di potenza vero e proprio. Il primo vantaggio rispetto al Darlington è quello di richiedere una tensione di polarizzazione più bassa; infatti bisogna polarizzare solo la giunzione BE del BJT di pilotaggio, quindi di 0,6 volt circa. Questa risulta esattamente la metà di quella necessaria al Darlington, dove le giunzioni da polarizzare sono due; questo fatto assume una certa importanza nei circuiti di polarizzazione degli stadi finali, semplificando e talvolta riducendo al minimo i componenti necessari alla realizzazione dei circuiti di BIAS. Esaminiamo ora Il guadagno in corrente. Dato che:

$$\beta = IC / IB$$

segue:

$$IC = IB \cdot \beta 1 (\beta 2 + 1)$$

cioè:

$$\beta = \beta 1 \cdot \beta 2 + \beta 1$$

Come si vede il guadagno è inferiore a quello del Darlington, dato che non si somma il β2 all'equazione. Ma, come per il Darlington, la quantità β1 è trascurabile rispetto al prodotto dei parametri β1 • β2, per cui:

$$\beta_{TOT} = \beta 1 \cdot \beta 2$$

Risultato praticamente identico alla configurazione Darlington. Osservando il collegamento della configurazione in esame possiamo affermare che, mentre il pilota lavora in configurazione a collettore comune, il finale lavora in configurazione ad emettitore comune; questo determina il fatto che il finale possiede un guadagno in tensione molto elevato ma si trova in una condizione di retroazione totale che ne determina il guadagno unitario. Lo stadio si può considerare pienamente come un collettore comune avente le caratteristiche del pilota e il finale che funziona come booster di corrente. Questo fatto è da sottolineare, dato che non pochi diffidano dal paragonare questa configurazione a quella Darlington; il vantaggio tuttavia sta nel fatto che la configurazione Sziclai può, con poche modifiche, presentare un guadagno in tensione, cosa che può tornare utile in molte applicazioni. Il fatto che il finale presenti un tasso di retroazione locale del 100% ci può indurre a pensare che la suo comportamento

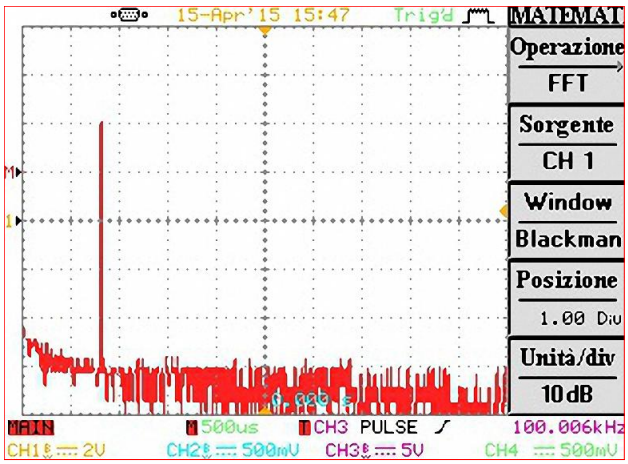


Figura 22: Analisi FFT dello stadio di potenza di figura 21. Notare la frequenza: 100KHz.

molto lineare e, quindi, la sua distorsione ridotta ai minimi termini. Di contro, considerazioni analoghe possono generare dei timori riguardo alla stabilità dello stadio e temere il pericolo di auto-oscillazioni alle alte frequenze. Vediamo, avvalendoci delle misure, se questi argomenti trovano riscontri obiettivi; in fig. 22 è mostrata l'analisi armonica di una sinusoide a 100KHz! Effettivamente la purezza spettrale è da considerarsi di tutto rispetto. Una misura di questo tipo ad una frequenza così alta e totalmente al di fuori della banda audio ci dà conferma della linearità che si può ottenere dalla configurazione Sziclai.

Per quanto riguarda lo sfasamento introdotto dallo stadio in esame questo non si discosta molto dal comportamento del Darlington; nel rilevamento seguente (fig. 23) vediamo che lo sfasamento è abbastanza evidente, così come pure la distorsione (traccia gialla); tuttavia, dato che è stata effettuata ad una frequenza di 1MHz, la cosa non deve destare nessuna preoccupazione, poiché gli stadi di guadagno in tensione non tratteranno mai segnali con una simile larghezza di banda. La distorsione è evidente, come anche lo sfasamento, ma siamo ad 1 MHz! Durante la discussione degli stadi che precedono quello finale di potenza, ovvero lo stadio d'ingresso e l'amplificatore di tensione, vedremo come sia consigliato da parte di tutti i progettisti (procedura che ormai appartiene alla letteratura dei circuiti a bassa frequenza) di limitare la banda dell'amplificatore mediante l'inserimento di adeguate capacità, al fine di scongiurare pericoli di instabilità del circuito; estendere la banda passante di un amplificatore a frequenze che superano il MHz non è affatto necessario ai fini di una buona resa uditiva, ma, a mio parere, ci fornisce informazioni utili sulla qualità degli stadi in esame.

A proposito di distorsione

Prima di continuare a parlare dei vari stadi che compongono un amplificatore, vorrei fare alcuni cenni sulle distorsioni che affliggono gli amplificatori, che determinano le scelte circuitali tese ad annullarle o minimizzarle. A proposito della relazione esistente tra prestazioni elettriche e prestazioni sonore posso solo dire che la cosa si fa seria! È ormai passata alla storia una delle controversie più combattute da

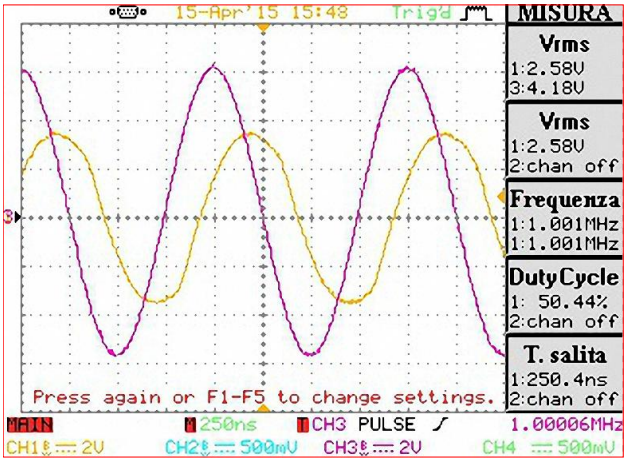
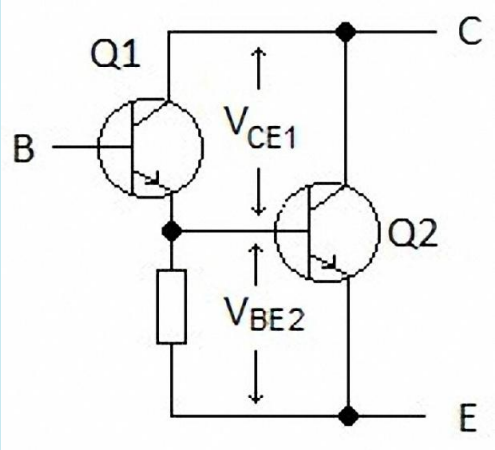


Figura 23: Risposta a regime sinusoidale dello stadio di potenza di fig. 21.

parte delle varie scuole di pensiero, da quella dei progettisti giapponesi a quella americana, fino a giungere all'anglo-europea; quest'ultima si è conquistata e gode tutt'ora di un'ottima reputazione a livello mondiale. Infatti sin dagli albori dell'alta fedeltà, le elettroniche Inglesi esibivano prestazioni sonore tali da far pensare che certe cose le abbiano già capite! L'argomento è vasto e complicato ma in seguito cercherò di affrontare, almeno nei punti essenziali, le soluzioni circuitali che, traducendosi in caratteristiche timbriche proprie dell'amplificatore, hanno dato vita a quelle tradizioni soniche tipiche delle varie scuole. Un classico esempio è rappresentato dagli amplificatori giapponesi degli anni settanta-ottanta, quando i costruttori nipponici iniziarono una folle corsa all'abbattimento della distorsione armonica fino a limiti infinitesimali, ottenuta però a colpi di elevatissimi tassi di retroazione. Nonostante le caratteristiche tecniche di questi amplificatori, l'ascolto, e quindi le performance soniche, per molti non risultavano pienamente soddisfacenti, e comunque non commisurate alle notevoli risultanze delle misure. Si cercò allora di comprendere in maniera approfondita la relazione fondamentale tra misure e suono dell'amplificatore; risultò cosi che non si era ancora scoperto di quale natura fossero le distorsioni che determinavano il comportamento acustico di un amplificatore. Questa fase di ricerca svoltasi in quegli anni rappresenta, come ormai universalmente riconosciuto da tutti, l'era più interessante della ricerca sull'audio di qualità nel dominio analogico, e che possiamo tranquillamente definire come "l'età dell'oro" nel campo della riproduzione audio degli amplificatori e di quella dei diffusori acustici. Un tale impegno da parte di tutti i ricercatori del settore portò alla luce fenomeni e comportamenti dei circuiti audio fino a quel momento sconosciuti e che spiegavano le diverse caratteristiche soniche degli amplificatori delle varie scuole; l'ormai mitico Matti Otala arrivò per primo a dimostrare l'esistenza del fenomeno della distorsione dinamica, ossia del manifestarsi della distorsione armonica in funzione della velocità dei segnali transienti. Poiché l'anello di retroazione viene prelevato all'uscita dell'amplificatore e riportato all'ingresso dello stesso tramite un partitore resistivo non si può tener conto delle non-linearità degli singoli stadi in termini di sfasamento, ampiezza di banda, costanza del guadagno in funzione della frequenza e così via; a pensarci bene la situazione è agghiacciante! Applicando quindi forti tassi di retroazione la distorsione armonica viene quasi del tutto annientata, ma questo avviene "a regime" cioè dopo un certo tempo, seppur minimo, rispetto al segnale d'ingresso. In quel transiente dove il segnale d'uscita non può istantaneamente essere riportato in ingresso per mezzo del circuito di retroazione l'amplificatore si comporta in maniera imprevedibile; naturalmente maggiore è l'ampiezza e la velocità del transitorio maggiore sarà la distorsione dinamica. Quanto fin qui descritto può spiegare facilmente come i circuiti valvolari che fanno un uso della retroazione molto limitato o del tutto assente fossero nettamente preferiti dagli audiofili di quegli anni; si fece luce finalmente, o comunque fu indicata

la via verso la quale orientarsi, sulla relazione tra prestazioni soniche e misure elettriche o, meglio ancora, nuove metodologie di misura in grado di evidenziare il comportamento statico nonché dinamico degli amplificatori. La distorsione in questione venne denominata "distorsione d'intermodulazione dinamica" e lo stesso M. Otala, insieme a E. Leinonen e J. Curl, nel 1976, indicò un metodo di misura di tale distorsione, descrivendo altresì un generatore in grado di stimolare i circuiti di amplificazione in modo tale da evidenziarne il comportamento. Spero di tornare più diffusamente a parlare di tali argomenti, ma, in conclusione, la cosa certa è che le varie scuole di ricercatori e progettisti hanno affrontato la questione retroazione in modi assai differenti, proponendo soluzioni circuitali e caratteristiche, come il rateo di retroazione o il guadagno ad anello aperto, la larghezza di banda, lo slew rate etc., che hanno determinato comportamenti sonori abbastanza diversi fra loro. Si, l'argomento è molto interessante, sia per l'aspetto tecnologico ma anche per l'aspetto storico-culturale; non dimentichiamo che in definitiva tutto è finalizzato alla riproduzione musicale, cioè all'ascolto di un evento musicale il più possibile fedele all'originale.

[1]. George Clifford Sziclai nacque a Budapest in Ungheria nel 1909; si laureò in nella sua città natale e, dopo aver studiato a Monaco emigrò a New York nel 1930. In America l'ingegnere ungherese lavorò presso i laboratori di RCA, Westinghouse ed infine alla Locheed. Nel corso della sua lunga carriera di scienziato ha brevettato un gran numero di dispositivi, oltre alla configurazione omonima che lo ha reso famoso. Tale configurazione viene anche definita come Complementary Darlington. E' scomparso nel 1998 in California.



Nella figura è mostrata la configurazione Darlington, vista come un tripolo B-C-E; sono mostrate inoltre le varie tensioni associate alle maglie del circuito. Definiamo il BJT 1 come pilota e BJT 2 come finale: analizzando la maglia C-E si vede che in questi due nodi si sommano le tensioni VBE2 del finale più la VCE1 del BJT di pilotaggio; in tal modo l'equazione della maglia risulta:

VCE = VBE2 + VCE1

Se ne deduce che la tensione di VCE del finale non può mai essere quella del singolo BJT di potenza, cioè quella intrinseca al dispositivo, ma dovrà tener conto della VCE del pilota. Dato che si sta esaminando il comportamento alla saturazione, questa subirà allora un aumento di almeno la VCE(SAT) del pilota più la VBE2 del BJT del finale, nella migliore delle ipotesi; tutto ciò va ad abbassare il rendimento di conversione e quindi aumentare la potenza da dissipare. Ciò significa che parte dell'energia trasmessa al carico va perduta sotto forma di calore, con conseguente inevitabile aumento della superficie dei radiatori. Ma questo non basta; all'aumentare della VCE(SAT) risultante, il finale, non potendo chiudersi in maniera ottimale, sconfina più facilmente dalla SOAR, causando una consistente diminuzione dell'affidabilità. Le considerazioni fin qui fatte valgono anche per la configurazione CFP. In definitiva il Darlington non può essere utilizzato, salvo rare eccezioni, nei circuiti di commutazione, facendosi preferire da dispositivi molto più efficienti come Mosfet e IGBT.

VARDULOG

Data logger dei consumi di un apparato elettrico con Arduino

Ing. Giovanni Carrera

Lo scopo di questo progetto è di realizzare un data logger per acquisizione di misure analogiche su SD basato su Arduino. Questo strumento, insieme a sensori adatti, è molto utile per monitorare segnali significativi di impianti, dati meteorologici, ecc. Esso registra a intervalli regolari su un supporto non volatile e di grande capacità, come le schede SD/MMC, fino a quattro canali analogici con periodi di campionamento da 0,25 a 10 secondi. Una successiva elaborazione con un pc dei dati immagazzinati sulla scheda SD, permette di valutarne l'andamento nel tempo, ossia la serie temporale, e di fare statistiche o quant'altro.

Il progetto VArduLog

Un amico disabile mi chiedeva spesso quanto poteva consumare il suo scooter elettrico su percorsi di varia pendenza, questo per valutarne l'autonomia. Lo scooter è alimentato da due batterie al Piombo da 12 V e 35 Ah collegate in serie. Pur essendo batterie adatte allo scopo, mal sopportano elevate correnti di scarica. La scelta del costruttore è basata essenzialmente sui costi, pesi e ingombri. La corrente nominale fornita da una batteria al Piombo a scarica normale non dovrebbe superare la sua capacità diviso dieci ore, in questo caso 3,5 A, corrispondenti a un carico con potenza media di un centinaio di watt. Dalle prove fatte, questa potenza è raggiunta solo in pianura, ma si supera il migliaio di watt su una salita di circa 15° di pendenza. Se queste pendenze sono anche lunghe e frequenti, la vita della batteria si riduce notevolmente. La soluzione migliore sarebbe quella di usare batterie agli ioni di Litio, che permettono una scarica completa fino a un'ora, ma i costi sono proibitivi. Esse raggiungono una energia specifica di 120 [Wh/kg] e una densità di energia di 270 [Wh/dm3], rispetto ai 30 [Wh/kg] e 60 [Wh/dm3] di quelle al Piombo. Questo significa che, a parità di carica, pesano quattro volte meno e occupano un volume ancora minore. Per questi motivi esse sono utilizzate a bordo delle auto, moto e biciclette elettriche, oltre ai cellulari, tablet e computer portatili. Quale applicazione migliore potevo avere per utilizzare il mio sistema? Non restava altro che realizzare anche i sensori di tensione e di corrente e di collegarli al mio logger. Importando i dati acquisiti su un foglio elettronico, si sarebbe potuto valutare bene la potenza e il consumo energetico del mezzo in varie condizioni operative. Nasce così il progetto VArduLog (Volt & Ampere Arduino Logger). Naturalmente questo progetto può trovare altre interessanti applicazioni, una di queste potrebbe essere quella di monitoraggio di un pannello solare o un piccolo

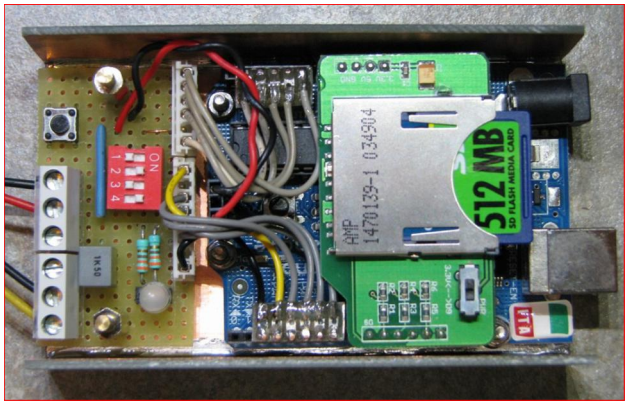


Figura 1 - Il prototipo realizzato

generatore eolico a 12 o 24 V in corrente continua.

Il sistema VARDULOG ed il programma di acquisizione

La circuiteria harware, aggiunta ad una scheda Arduino, consiste in un dip switch quadruplo per impostare il numero dei canali da acquisire (2 bit: scansione di 1, 2, 3, 4 canali) e il periodo di campionamento (2 bit: 250, 500,1000,10000 millisecondi). Due led, oppure un led bicolore, indicano rispettivamente:

- led verde: acceso durante l'acquisizione;
- led rosso: acceso se c'è un errore sulla SD.

Il tutto è montato su una piccola scheda millefori, fissata vicino ad Arduino e collegata mediante i due connettori J1 e J2, rispettivamente, a 6 pin e 8 pin tipo JST o simili con passo 0,1". Dall'altra estremità, sui connettori di Arduino, sono stati usati connettori maschi tipo strip, rinforzati saldandoli su una striscia millefori, come visibile in figura 1. Il connettore J3, una femmina da 3 pin, prende l'alimentazione +5 V di Arduino dal suo connettore ICSP, in quanto quelli canonici sono usati dalla shield SD. Un pulsante è usato per avviare l'acquisizione e per fermarla. La figura 1 mostra il prototipo da me realizzato; per esigenze fotografiche è stato rimosso il pannello superiore in acrilico. Gli ingressi analogici sono

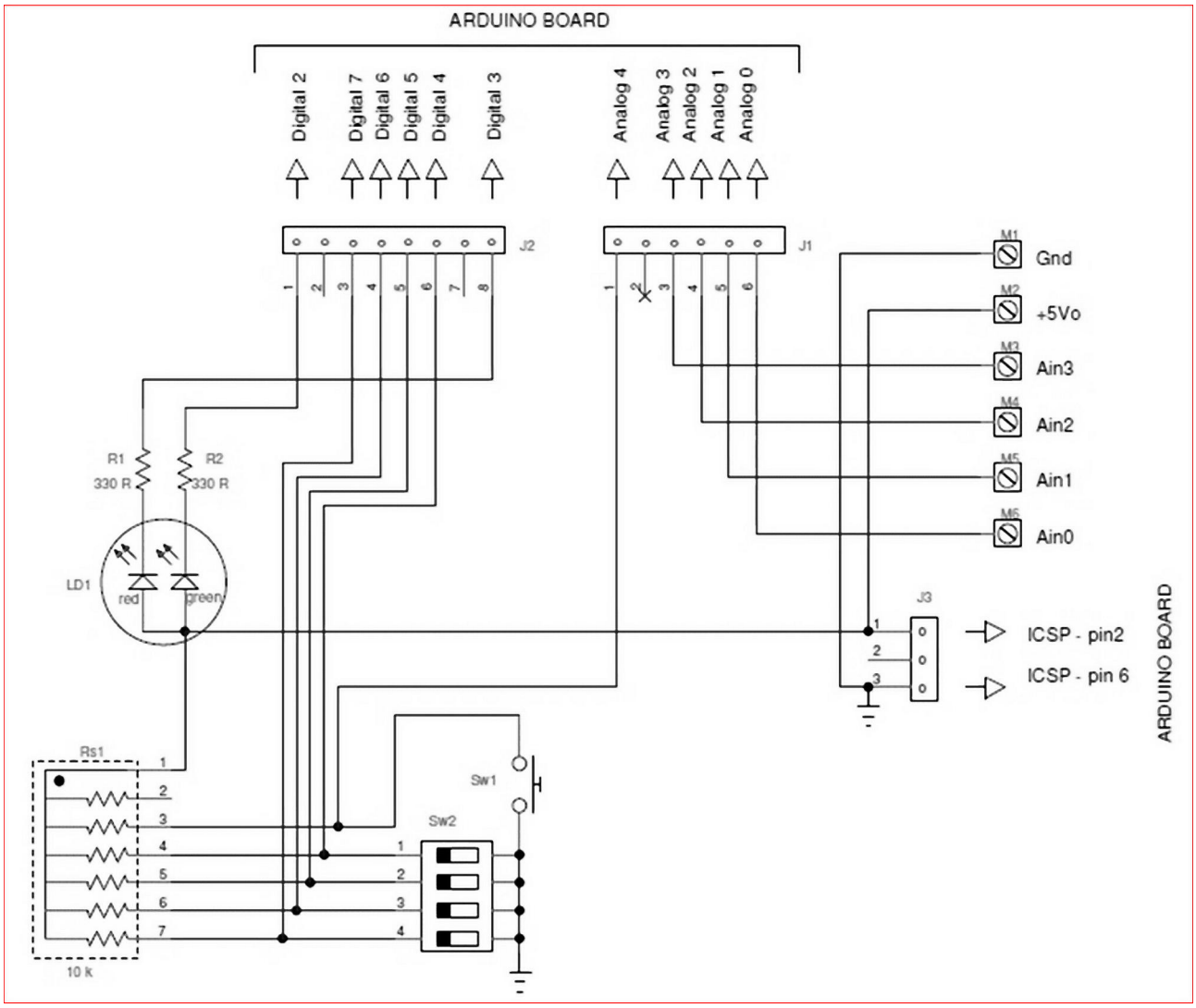


Figura 2 - Schema elettrico e collegamenti

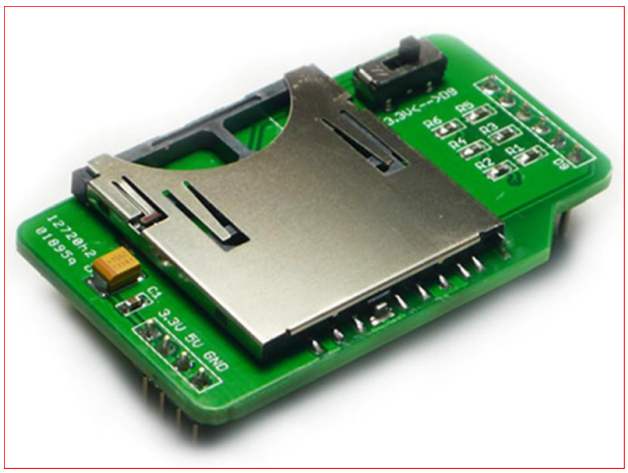


Figura 3: La shield SD usata nel prototipo

disponibili su morsettiera, dove ho anche collegato la massa e i 5 V in uscita, per alimentare i sensori. Il tutto è montato in un contenitore autocostruito, realizzato con tre pannelli in vetroresina e uno in acrilico. La figura sotto mostra lo schema elettrico dei componenti montati su scheda millefori e dei connettori usati per i collegamenti con la scheda Arduino. Ho usato una vecchia versione, la 2009, ma va bene anche la Uno o compatibili con processore ATmega328. La rete resistiva Rs1 da 10kΩ serve come pull-up, si potrebbe eliminare abilitando quelli contenuti nel chip, in questo caso occorre aggiungere cinque righe nel setup, per i bit A4, D4, D5, D6 e D7, con l' istruzione:

```
digitalWrite(pin, HIGH); //
turn on pullup resistors
```

L'interfaccia SD

Per la scheda SD ho adoperato una shield commerciale, la figura 3 mostra quella montata sul prototipo. Ovviamente si possono usare altre schede, anche con micro SD, la cosa importante è che siano adatte per livelli logici a 5 V. Il modulo Arduino ETH Shield incorpora anche un connettore per micro SD. In questa shield l'alimentazione a +3,3 V per la SD è fornita da Arduino, mentre dei semplici partitori resistivi sono usati per adattare i segnali TTL a 5 V di Arduino a quelli a +3,3 V dei tre ingressi delle schede SD. L'uscita MISO della SD si collega direttamente ad Arduino, poiché un segnale TTL a 3,3 V non dà problemi a un ingresso a 5 V. Le più recenti SD shields montano un chip apposito per adattare i livelli logici, ad esempio un 74HC4050 alimentato a 3,3 V da un proprio alimentatore. Questa soluzione è senz'altro migliore in quanto permette di raggiungere maggiori velocità di trasferimento rispetto ai partitori e non carica l'alimentatore a 3,3 V di Arduino. L'interfaccia di comunicazione con una SD card segue lo standard SPI (Serial Peripheral Interface), i cui segnali sono:

- SCLK o SCK: Serial Clock, prodotto dal master (Arduino);
- SDI o MISO o Di: Serial Data Input o Master Input Slave Output;
- SDO o MOSI o DO: Serial Data Output o Master Output Slave Input;
- CS o SS o nSS o nCS: Chip Select o Slave Select, prodotto dal master (Arduino);

La seguente tabella mostra i collegamenti utilizzati per il modulo SD:

Funzione	Arduino pin
SS -SDCS	10
MOSI	11
SCK	13
MISO	12

I sensori di tensione e di corrente

Il primo è semplicemente un partitore resistivo che riduce la tensione massima a quella del convertitore AD incorporato nel

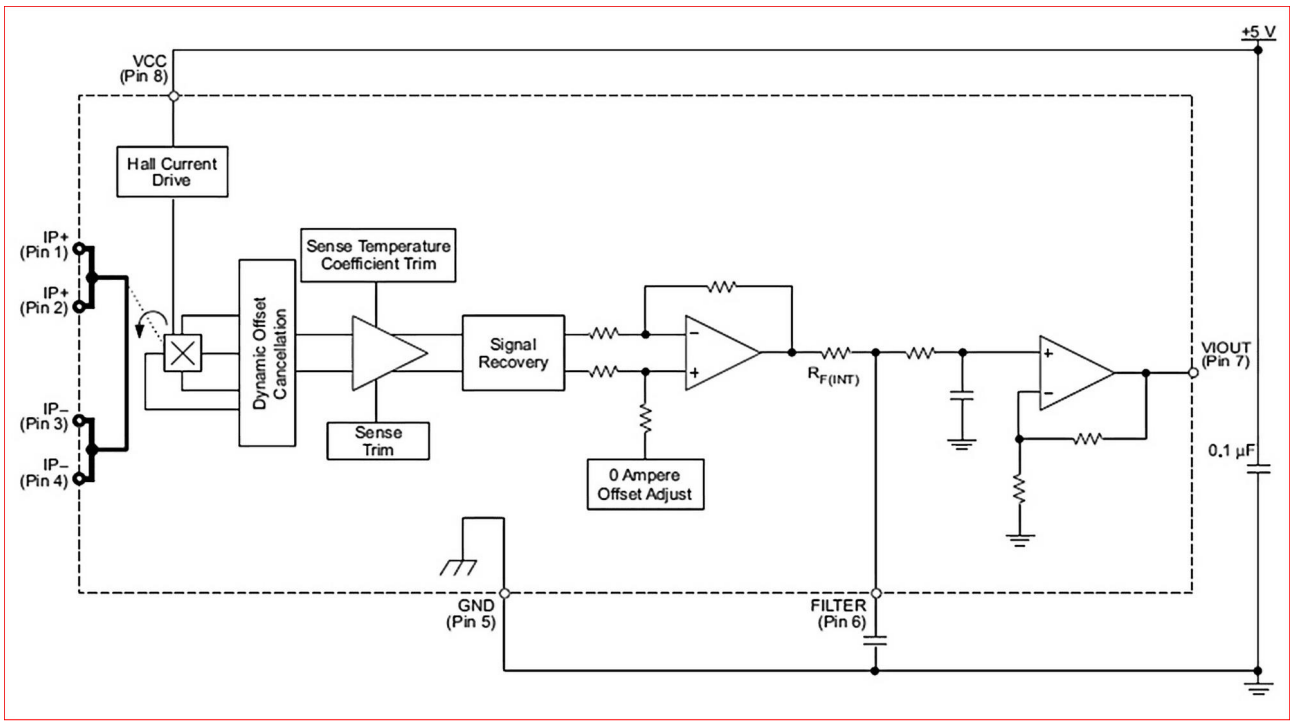


Figura 4: ACS712, schema funzionale

microcontrollore Atmega328 di Arduino, solitamente uguale a quella della sua alimentazione. Il secondo è più complesso, perché l'amperometro ideale è un corto circuito.

Sensore di corrente

Per quanto detto, un buon amperometro reale deve presentare una caduta di tensione molto piccola, questo per non alterare il circuito di misura con la sua inserzione. Un normale multimetro digitale presenta una caduta di 200 mV massimi perché questa è la sensibilità del suo voltmetro. Per cadute più piccole occorre utilizzare amplificatori operazionali oppure sensori a effetto Hall. I primi amplificano la differenza di potenziale su una resistenza shunt di basso valore, i secondi misurano il campo magnetico generato da un conduttore (legge di Ampere) con un semiconduttore a effetto Hall, sono comodi perché galvanicamente isolati dal circuito ma presentano lo svantaggio di avere derive termiche per via dell'uso di semiconduttori. Il vantaggio dell'isolamento mi ha indotto a scegliere la seconda soluzione anche perché esistono in commercio degli economici moduli che contengono un interessante chip, l'ACS712 della Allegro MicroSystems. La figura 4 mostra il suo schema funzionale. La Allegro MicroSystems ha brevettato il sistema "Dynamic Offset Cancellation" per ridurre la deriva del semiconduttore a effetto Hall mediante la tecnica di commutazione "Chopper Stabilization". Oltre a questo, come si vede nello schema, è presente anche il circuito "0 Ampere offset Adjust". Per saperne di più si rimanda alla bibliografia (1). Il sensore è abbastanza preciso poiché ha un conduttore di rame incorporato nel chip e molto vicino al sensore, la resistenza di questo filo è di soli 1,2 mΩ. Nonostante questa vicinanza ha una tensione d'isolamento di circa 350V e può sopportare fino a 5 volte la corrente nominale. Io ho usato la versione a ±5 A di fondo scala (ACS712ELCTR-05BT), con una sensibilità tipica di 185 mV/A e un

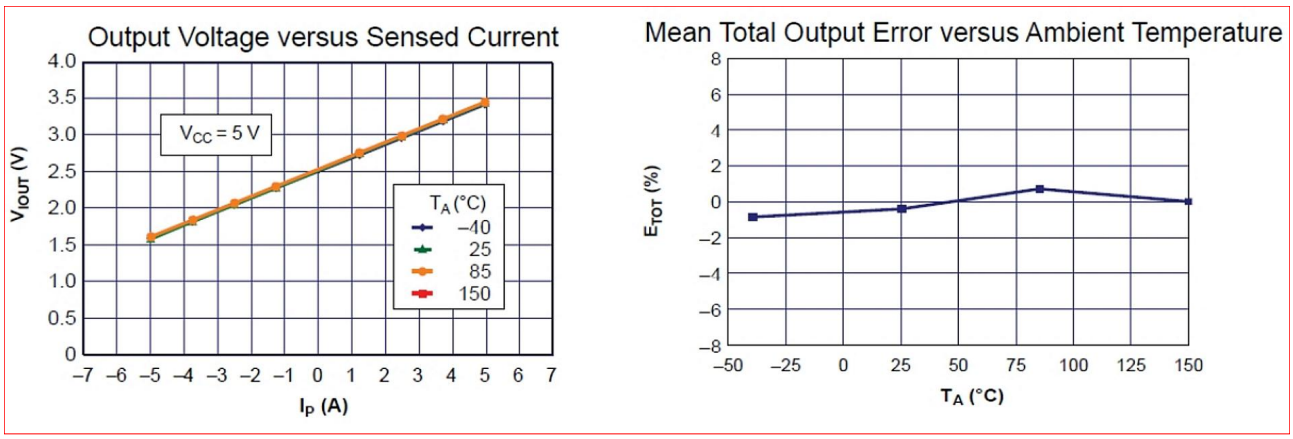


Figura 5: Curva caratteristica ingresso/uscita e l'errore al variare di T

errore totale massimo di 1.5%. Essendo bipolare con la corrente, la tensione in uscita corrispondente a zero ampere è a metà della tensione di alimentazione che è a 5 V. Purtroppo questa cosa è sfavorevole se si usa un amperometro monopolare in cui la corrente scorre sempre nello stesso verso, come nel nostro caso. Questo perché si dimezza la scala e quindi la risoluzione. Con i 10 bit del convertitore di Arduino e con 5 V di fondo scala, si ha una risoluzione di 5000/(210-1) 4,888 [mV], il range dell'uscita è pari a 185*5= 925 [mV] cui corrisponde il numero N=189 del DAC, nemmeno 8 bit. Quindi si sarebbe in grado di risolvere 5/189 = 0.0264 [A]. Come si vedrà in seguito, si potrà estendere il campo di misura ed aumentare sensibilmente questi valori. In figura 5 sono illustrate la curva caratteristica ingresso/uscita e l'errore del sensore al variare della temperatura, date dal costruttore. Più avanti si vedranno quelle ricavate dalle calibrazioni che sono state fatte, indispensabili per conoscere la caratteristica con shunt e per migliorare l'accuratezza delle misure. Il modulo del sensore di corrente è quello illustrato in fig. 6. Poiché mi aspettavo correnti molto più alte, intorno ai 20 A, stimando una potenza del motore di circa 500 watt, ho provveduto a uno shunt esterno, realizzato con un filo di rame di sezione elevata. Per calcolarne la resistenza si applica la legge di Ohm: Vs= R*I = 1,2x5 = 6 mV, questa è la tensione presente sul sensore a 5°. Lo shunt è una resistenza da mettere in parallelo a quella del sensore, quindi la tensione rimane la stessa, per cui Rs= Vs/Is , dove Is è la corrente effettivamente circolante nello shunt: Is = 20-5 = 15 A Rs= 0,006 /15 = 0,4 mΩ. È estremamente difficile misurare valori così piccoli, anche con ohmetri a quattro fili, poiché i puntali stessi hanno resistenze molto più alte. Si potrebbe calcolare la lunghezza del filo conoscendo la resistività del rame, ma essa dipende anche dal processo metallurgico (Rame crudo

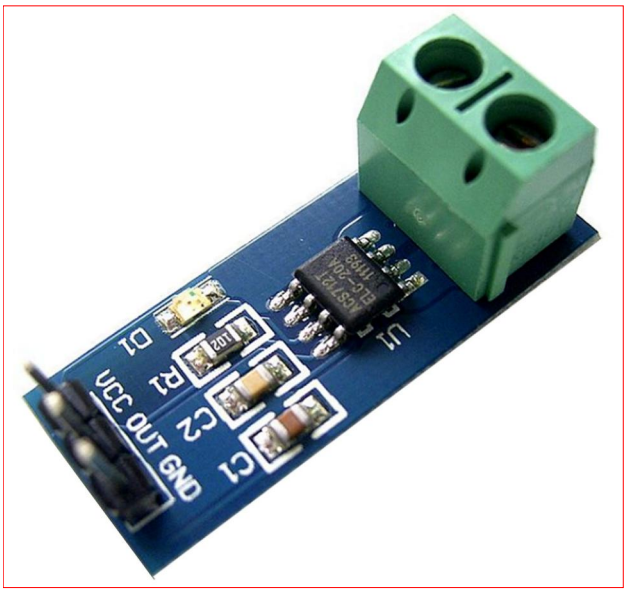


Figura 6: Sensore di corrente

NEW!

bpi

NEW!

€ 49,00

Banana PI - Single Board Computer Open Source

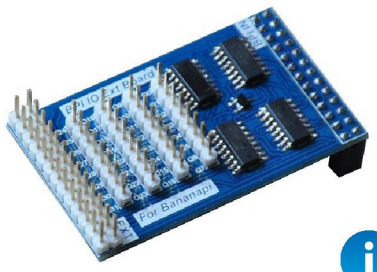
€ 8.90

Box Contenitore Nero per Banana PI

€ 8,00

Alimentatore 5V 2A per Banana PI

€ 11,00



Scheda espansione IO per Banana PI

€ 7,50

Espansione WiFi tramite USB per Banana PI

guarda il video!

I prezzi si intendono IVA esclusa

BananaPI la nuova piattaforma hardware Open Source!

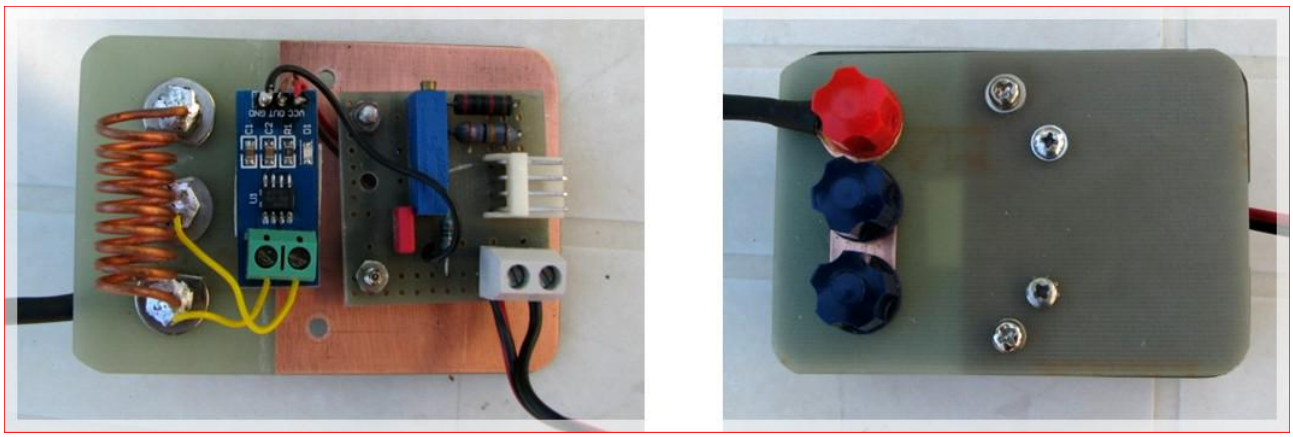


Figura 7: Box sensori, vista interna e pannello superiore

o cotto e sua lavorazione). Non resta che sperimentare, io ho avvolto 9 spire di un filo di rame da 1,5 mm^2 di sezione su una punta da trapano di 9 mm. Una soluzione più semplice sarebbe quella di usare la versione da 30 A, ma non mi fidavo della scheda (geometria delle piste), dei morsetti e dei minuscoli pin del chip, insufficienti per correnti così elevate. Per la calibrazione ho usato i 5 V forniti da un alimentatore recuperato da un pc, resistori di elevata potenza, e un multimetro con 20 A di fondo scala. Il box sensori è mostrato in figura 7, sono ben visibili la resistenza di shunt e i grossi morsetti a vite, necessari per le grandi correnti. Per i collegamenti del sensore di corrente alle batterie ho usato capicorda in rame e fili corti di 2,5 mm^2 di sezione. Ho preferito usare tre morsetti per avere anche il fondo scala di 5 A. La figura 8 mostra lo schema elettrico del box sensori. Il partitore, i morsetti di ingresso della tensione da misurare e il connettore J1 per i collegamenti con Arduino, sono montati su una piccola scheda millefori. Il condensatore C1 opera come filtro passa basso del tipo RC.

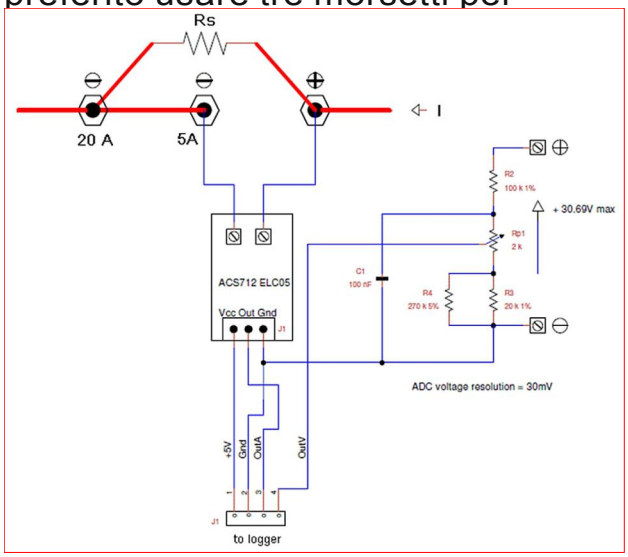


Figura 8: Schema elettrico del box sensori

Sensore di tensione

Come già detto questo sensore è molto semplice, lavorando con batterie da 12+12V, ci si aspetta una tensione massima di circa 28 V. Il convertitore ADC di Arduino Uno o 2009 (quello usato da me) è a 10 bit, quindi il numero che restituisce al fondo scala di 5V è Nmax = 210-1 = 1023. Usando 30 mV per l'unità in uscita dall'ADC, si ottiene un fondo scala di 1023*0.03 = 30.690 V, occorre fare un partitore che porti ai 5V questo valore. Purtroppo non sono riuscito a farlo con valori standard, per cui la resistenza inferiore che dovrebbe essere di circa 18,6 kΩ, è realizzata con il parallelo di due resistori serie E24. Il trimmer Rp1 permette di tarare al valore richiesto in un intervallo del ±5 %, che è la tolleranza dell'alimentazione. Meglio usare un multigiri, come quello sul prototipo.
Una versione più semplice è quella di usare un partitore fisso con R2 =100k, R3 = 20k, con tolleranze del ±1 %, esso abbassa la tensione in

Listato

```
/*
 Program VARDULOG
 This program shows how to log data from one to four analog sensors
 to an SD card using the SD library.
 SPI configuration pins set for Arduino UNO or 2009.
 this program requires an ATmega328 CPU or higher
 Use a button (SSbutton) for aquisition start/stop.
 The GreenLed is ON during acquisition and the RedLed is ON on SD error.
 DIP SWITCH settings:
          Dip1/2: number of channels to acquire (1,2,3,4)
          Dip2/3: sample period (250,500,1000,10000 milliseconds)
 the file name is automatically generated with the format:
  LOGXXXXX.TXT
 using the EEProm (byte 0,1) for file numbering (max 65535)
 Giovanni Carrera - revision  06 sept 2013*/

#include <SD.h>
#include <EEPROM.h>

const int DipSw1= 4; // dip switch bit 1
const int DipSw2= 5;
const int DipSw3= 6;
const int DipSw4= 7;// dip switch bit 4
const int RedLed= 3;// red led (0:ON)
const int GreenLed= 2;// green led (0:ON)
const int SSbutton= A4;// start/stop acq button
const int chipSelect = 10;// SD SS is on pin 10 (UNO or 2009)
int nchans = 0; // end channel of scansion
int deltat =  500;// sample period in milliseconds

File dataFile;
char filename[13] = "Log00000.txt";

void setup()
{
  pinMode(DipSw1, INPUT); // set dip switch bits to input
  pinMode(DipSw2, INPUT);
  pinMode(DipSw3, INPUT);
  pinMode(DipSw4, INPUT);
  pinMode(RedLed, OUTPUT);
  pinMode(GreenLed, OUTPUT);
  pinMode(SSbutton, INPUT); // set button bits to digital input
  digitalWrite(RedLed, HIGH);// set both leds OFF
  digitalWrite(GreenLed, HIGH);
  nchans= digitalRead(DipSw1)+digitalRead(DipSw2)*2; // read number of channels to scan
(-1)
  nchans=nchans+1;
  int tcode = 0;
  tcode= digitalRead(DipSw3)+digitalRead(DipSw4)*2; // read sample time code
  switch (tcode) {
    case 0:
      deltat =250;
      break;
    case 1:
      deltat =500;
      break;
    case 2:
      deltat =1000;
      break;
    case 3:
      deltat =10000;
  }
```

```
 // Open serial communications and wait for port to open:
  Serial.begin(9600);
  String dataString = "Channels to scan = ";
  dataString += String(nchans);
  Serial.println(dataString);
  dataString = "Sample time [ms] = ";
  dataString += String(deltat);
  Serial.println(dataString);

  Serial.print("Initializing SD card...");
  // make sure that the default chip select pin is set to
  // output, even if you don't use it:
  pinMode(SS, OUTPUT);

  // see if the card is present and can be initialized:
  if (!SD.begin(chipSelect)) {
    Serial.println("Card failed, or not present");
    digitalWrite(RedLed, LOW);// set red led on
    // don't do anything more:
    while (1) ;
  }
  Serial.println("card initialized.");
  byte nFileLo;
  byte nFileHi;
  word nfile;
  nFileLo = EEPROM.read(0);// read file number from EEProm
  nFileHi = EEPROM.read(1);
  //nFileLo = 0;// clear memory, use only one time
  //nFileHi = 0;// then comment these lines
  nfile = word(nFileHi,nFileLo);// file number
  word nfi = nfile+1;// next file number
  EEPROM.write(0,lowByte(nfi));// save it on EEProm
  EEPROM.write(1,highByte(nfi));
  String nfilestring = String(nfile,DEC);
  byte strle = nfilestring.length();
  // create the file name in the requested format
  for (byte x=0; x<strle; x++){
    filename[x+8-strle] = nfilestring[x];
  }
  Serial.println(filename);
  dataFile = SD.open(filename, FILE_WRITE);

  if (! dataFile) {
    Serial.println("error opening datalog.txt");
    digitalWrite(RedLed, LOW);// set red led on
    // Wait forever since we cant write data
    while (1) ;
  }
  Serial.println("Push button for START");
  while (digitalRead(SSbutton)==HIGH);// wait until button is pressed
  digitalWrite(GreenLed, LOW);// set green led on
  dataFile.println(dataString);
}

void loop()
{
  // make a string for assembling the data to log:
  String dataString = "";
  // read the channels and append to the string:
  for (int analogPin = 0; analogPin < nchans; analogPin++) {
    int sensor = analogRead(analogPin);
    dataString += String(sensor);
    if (analogPin < (nchans-1)) {
      dataString += ",";
```

```
    }
  }

  dataFile.println(dataString);

  // print to the serial port too:
  Serial.println(dataString);

  // The following line will 'save' the file to the SD card after every
  // line of data - this will use more power and slow down how much data
  // you can read but it's safer!
  // If you want to speed up the system, remove the call to flush() and it
  // will save the file only every 512 bytes - every time a sector on the
  // SD card is filled with data.
  dataFile.flush();

  delay(deltat);  // take measurement every deltat milliseconds
  if (digitalRead(SSbutton)==LOW) {
    digitalWrite(GreenLed, HIGH);
    while (1) ;// acquisition stop
  }
}
```

ingresso da 30 a 5 V, poi va fatta la calibrazione con un DVM.

Il programma di acquisizione

Per scrivere il programma sono partito dagli schetch di esempio per poi modificarli anche notevolmente secondo le esigenze del progetto.

Setup

Dopo l'inizializzazione dei bit di I/O utilizzati, il programma legge i quattro dip switch per impostare i parametri di acquisizione che sono il numero dei canali della scansione ed il periodo di campionamento deltat, ossia il tempo tra una scansione e la successiva. La frequenza di campionamento è pari al suo inverso: fc = 1/ deltat. Il periodo di campionamento è realizzato semplicemente con la funzione delay(deltat). Questo non è proprio il massimo della perfezione ma per tempi relativamente lunghi è accettabile.

I primi due dip switch, servono per impostare il numero di canali di ogni scansione, partendo sempre dal canale A0. Le scansioni possono essere di 1, 2, 3, 4 canali, secondo la tabella:

DipSw2	DipSw1	n	N. ch
ON	ON	0	1
ON	OFF	1	2
OFF	ON	2	3
OFF	OFF	3	4

Nel nostro caso, DIP ON corrisponde allo zero logico e OFF all'uno. Per impostare il periodo di campionamento tra una scansione e l'altra si utilizzano gli ultimi due DIP, nel nostro caso essi sono impostati secondo la tabella:

DipSw4	DipSw3	tcode	deltat ms
ON	ON	0	250
ON	OFF	1	500
OFF	ON	2	1000
OFF	OFF	3	10000

Con modeste modifiche al programma si possono impostare periodi diversi, stando attenti ai limiti dovuti al tempo di conversione dell'ADC. Tanto per avere un'idea di questo tempo, con un quarzo da 16 MHz come quello usato su Arduino, il convertitore dovrà avere un clock pari a

16MHz/128 = 125 kHz, con un periodo di 8 µs. Questo perché la frequenza del clock ADC deve essere compresa tra 50 e 200 kHz. Per una conversione a 10 bit servono 13 clock, per un totale di 104 µs. A questo tempo vanno aggiunti i tempi delle istruzioni del programma. Occorre anche che il periodo di campionamento sia molto più grande del tempo di conversione moltiplicato per il numero dei canali. Questo è necessario se vogliamo che i canali della scansione siano quasi istantanei tra loro. Nel nostro caso, se vogliamo calcolare la potenza istantanea, dobbiamo moltiplicare la tensione per la corrente in quell'istante medesimo. Supponiamo che il tempo totalesia di 120 µs, una scansione di 4 canali richiede 480 µs più il tempo delle istruzioni alla fine della scansione. Impostando un periodo di campionamento di 1 ms non si potrebbero considerare presi nello stesso istante i campioni dei quattro canali di ogni scansione. Il programma inizializza anche la UART per avere un possibile controllo sul pc del buon funzionamento del sistema, utilizzando il monitor della IDE di Arduino oppure un programma di emulazione di terminale, impostando la COM creata dal driver della porta seriale virtuale ed un baud rate, che nel nostro caso è di 9600 bit/s. Acceso VArduLog o premuto il suo Reset, sul monitor appaiono i parametri di acquisizione: numero di canali della scansione e periodo di campionamento. Quindi si inizializza la scheda SD, in caso di errore viene stampato sulla seriale il messaggio "Card failed, or not present" e si accende il led rosso. Questo avviene in caso di assenza della scheda o di altri errori. Se tutto va bene, viene stampato il messaggio "card initialized.". Si procede, quindi alla creazione del nome del file attuale. Per creare sempre nomi di file nuovi, evitando di appendere i dati sullo stesso file, avevo necessità di memorizzare il numero dell'ultimo file scritto. Per raggiungere lo scopo ho usato la memoria EEProm del chip ATmega328 per memorizzare il numero dell'ultimo file. Il nome dei file dati sarà, quindi, LOG00000.TXT, LOG00001.TXT, etc. Sampa sulla seriale il nome del file e apre il file in scrittura, la prima riga contiene l'informazione sul periodo di campionamento.

Le righe successive saranno scritte dal programma princiale (loop) alla fine di ogni scansione. Stampa, quindi, sul monitor il messaggio "Push button for START" ed attende tale evento.

Sul campo, non avendo il pc collegato, basterà attendere qualche istante dall'accensione, verificare che non si accenda il led rosso, e premere il pulsante START/STOP quando si vuole avviare l'acquisizione.

Avviata la quale, si accende il led verde per tutto il tempo della registrazione che terminerà premendo ancora lo stesso pulsante.

Tabella 1	calibrazioni sensore di corrente	
	senza shunt	con shunt
pendenza [V/A]	0,1900	0,0564
intercetta [V]	2,5302	2,5287
Correlazione	0,9999924	0,9999947
errore [%]	0,0016185	0,0006585

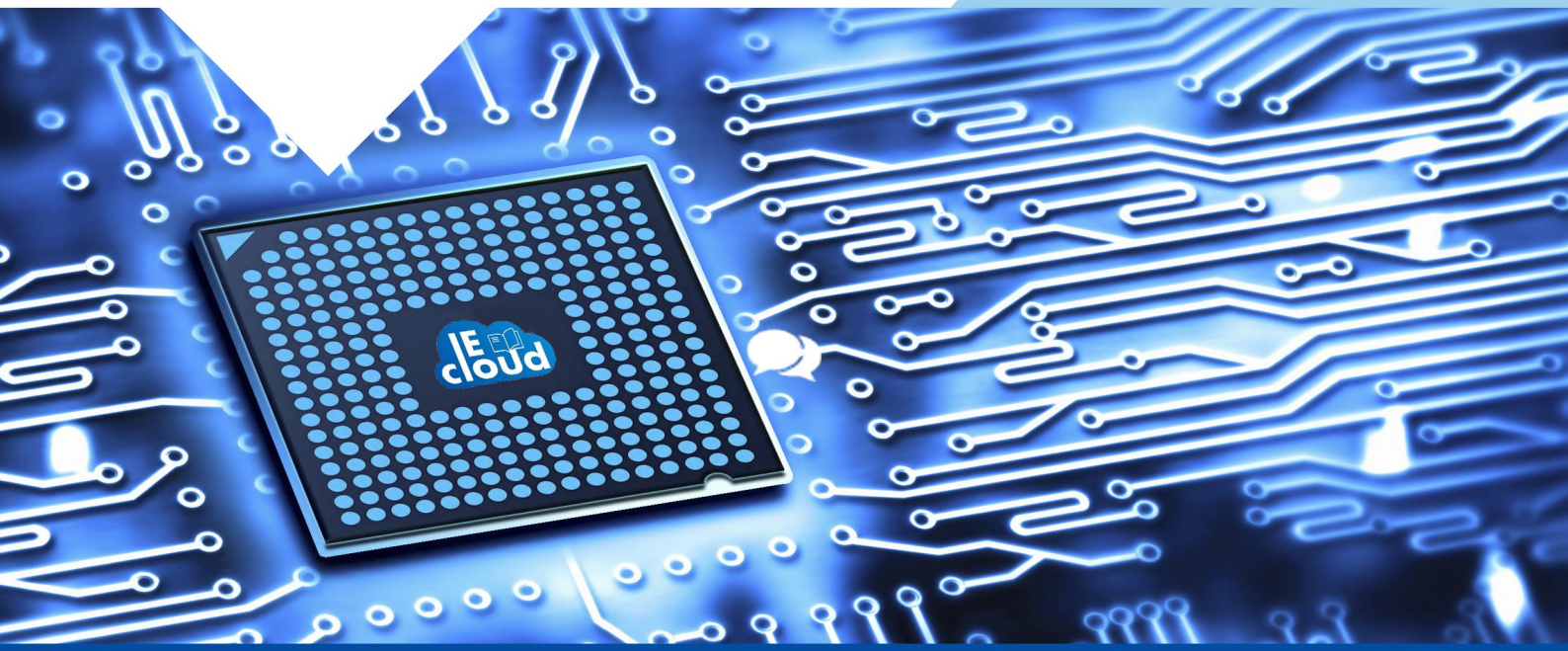
Loop

www.ie-cloud.it

l'elettronica è qui.

Il nuovo spazio dedicato ai progettisti elettronici e ai makers

INWARE EDIZIONI



Il nuovo portale IEcloud mette a disposizione degli utenti numerosi ed interessanti contenuti in tema di elettronica.
Progetti, articoli e news possono essere condivisi nella community e fruiti in tempo reale da tutti i membri.

IEcloud è il portale di riferimento per tutti i professionisti, progettisti, studenti e appassionati di elettronica.

Registrati subito, è GRATIS!

Centinaia di articoli, riviste, ebook, video, pdf sempre a tua disposizione

Una community per condividere i propri progetti o per cercare collaborazioni

Notizie, aggiornamenti ed eventi relativi al mondo dell'elettronica

Un portale fruibile da qualsiasi dispositivo smartphone, tablet o PC

Figura 9: Collegamenti di VArduLog allo scooter

Il programma esegue la scansione dei canali impostata, crea un'unica stringa con i dati separati da una virgola. Il programma di acquisizione di VArduLog crea un file ascii simile a questo:

```
Sample time [ms] = 500
875,514
875,515
875,515
875,514
...,...
```

La prima riga indica il periodo di campionamento in millisecondi, le righe seguenti indicano i numeri del convertitore ADC dei canali acquisiti, in questo caso, due. La virgola è un separatore, tra i vari canali. La scansione parte sempre dal A0. In questo caso è stato acquisito A0 ed A1, destinati, rispettivamente, alla misura della tensione e della corrente. I valori registrati, come si vede dall'esempio, sono i numeri del convertitore non convertiti in grandezza fisica. Questo perché è meglio farlo sul calcolatore che farà le elaborazioni. Saremo sempre in tempo di rifare le calibrazioni senza alterare le acquisizioni fatte. Sono state usate le librerie standard SD.h e EEPROM.h di Arduino.

Listato

Per il listato dello schetch, ho preferito scrivere i commenti in inglese, lingua standard di programmazione.

Installazione sullo scooter

L'installazione non ha portato nessun problema, avevo già approntato i fili di collegamento con terminazioni e sezioni adatte allo scopo. Sotto il cofano c'era sufficiente spazio per VArduLog, i sensori e il suo pacco batterie, costituito da due celle ai polimeri di Litio in serie (7,2 V, 2 Ah). In figura 9 si possono osservare i collegamenti del sistema VArduLog con le batterie dello scooter, nell'alta foto si vede lo scooter montato e il mio amico Roberto.

Prima di chiudere il cofano dello scooter, ho premuto il pulsante di "START" acquisizione, dopo aver scritto l'ora esatta prevista per la partenza. Quest'operazione è necessaria per sincronizzare i segnali con gli eventi, quindi realizzare l'asse temporale. Sono stati annotati i tempi di inizio e fine delle varie prove di test. Questi marker sono stati molto utili, in fase di elaborazione, per confrontare la

potenza elettrica con la pendenza e tipologia del percorso. Sarebbe stato utile avere anche la velocità del mezzo, che non essendo disponibile a bordo, avrebbe richiesto un sensore di difficile installazione. Un GPS sarebbe stato molto più facile da montare, e in commercio ne esistono anche versioni con logger incorporato. In questo caso, non sarebbe stato visibile un sufficiente numero di satelliti a causa delle strade strette tra gli edifici e dei viottoli alberati. È stato anche annotato il tempo di fine registrazione, cioè l'istante in cui ho ripremuto il pulsante START/STOP, dopo aver rimosso il sedile e smontato il cofano sottostante.

Le calibrazioni dei sensori

Prima è stata fatta la calibrazione del sensore senza shunt alimentato a 5,00 V e leggendo la tensione con un DVM di precisione, quindi è stato inserito lo shunt con il ponticello in rame tra i due morsetti negativi (blu) del box sensori. Le due curve sono mostrate in figura 10, come è evidente, le misure sono state molto lineari, con errori estremamente piccoli. Facendo una regressione lineare sulle due misure, si ottengono i risultati illustrati in tabella 1. Il metodo di regressione lineare consiste nel trovare una retta, identificata con pendenza e intercetta, che passa vicino ai punti di misura con il minimo scarto quadratico. Questo metodo si applica solo se ci aspettiamo una legge lineare tra ingresso e uscita, come nel nostro caso. Il coefficiente di correlazione è pari all'unità nel caso di legge lineare teorica. L'ultima riga riguarda la funzione Excel ERR.STD.YX che restituisce l'errore standard del valore previsto per y per ciascun valore di x nella regressione. Dal rapporto delle due

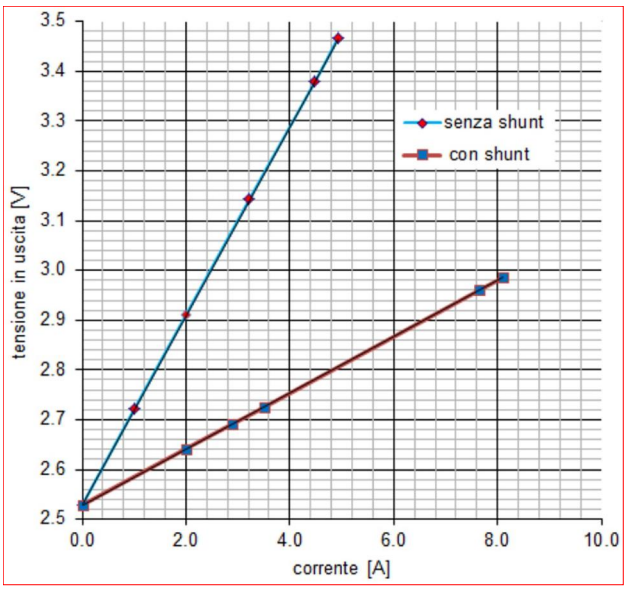


Figura 10: Curva di calibrazione sensore di corrente

pendenze si ottiene quello che si può definire il guadagno dello shunt Gs = 3,369. Questo significa che con una corrente di 5 A nel solo sensore, si ha una corrente di 5x3,369 = 16,845 A, misurabili dal sensore con shunt in parallelo. Una cosa negativa, che ho riscontrato nelle numerose prove di calibrazione, è che la tensione di uscita è molto legata alla tensione di alimentazione, non solo come intercetta ma anche come pendenza. Ho, quindi, eseguito anche una calibrazione con l'alimentazione dei 5V forniti da Arduino. Ricostruendo la curva con la pendenza e intercetta con shunt, si arriva a 20 A con una tensione in uscita di 3,657 V. Dalle prove fatte in seguito sullo scooter, le correnti hanno superato abbondantemente i 20 A. Questo significa che, per potenze superiori ai 500/600 W si lavora nel tratto meno lineare, ossia quello vicino alla saturazione degli amplificatori operazionali del sensore. Con il senno di poi si potrebbe realizzare uno shunt da 40 A, dimezzando le spire. Il motore in corrente continua, di costruzione cinese, non aveva dati di targa se non dei codici di serie, quindi non

potevo risalire alla corrente massima. Purtroppo le prove sono state fatte con questo shunt, dovevo quindi indagare come si comportava il sensore per correnti superiori. Ho preferito lavorare sul sensore senza shunt, tanto si poteva risalire alla corrente con lo shunt mediante il guadagno Gs. I risultati di tale indagine, sempre con una regressione lineare, sono i seguenti:

pendenza [V/A] = 0,1875
intercetta [V] = 2,4908
correlazione= 0,9999795
errore [%] = 0,0027983

Queste misure andavano da 5,87 a 10,04 [A], cui corrispondevano le tensioni in uscita di 3,593 e 4,373 [V], la pendenza e l'intercetta sono leggermente diminuite poiché l'alimentazione era di 4,943 V invece dei 5. Come si è già visto, il sensore sopporta correnti fino a cinque volte la nominale, quindi siamo ancora in sicurezza con una corrente massima doppia.
La cosa più importante è che la linearità è ancora molto buona anche fino a 0,57 V sotto la tensione di alimentazione. Queste ultime considerazioni mi hanno portato a valutare le misure fino a circa 10,04x3,369=33.8 A, cui corrisponde una potenza di circa 846 W.
Un'altra cosa favorevole è il raddoppio della V in uscita, passata dai 0,925 V di prima a ben 1,883 V, cui corrisponde il numero N=385 del DAC.
Poiché lo scopo di quest'articolo è di presentare il sistema VArduLog e le tecniche di elaborazione, non ha molta importanza conoscere a fondo le caratteristiche dello scooter utilizzato per le prove, quindi ho usato i dati estrapolati con la pendenza ricavata dalla retta ai minimi quadrati sui punti di misura fino a circa 34 A.
Più semplice è stata la taratura del partitore di tensione, che ha portato ai risultati:

pendenza [V/N] = 33,4063
intercetta [N] = -1,1591
correlazione= 0,9999977
errore [%] = 1,1136925

Si è tarato il trimmer per avere 1023 in uscita del convertitore ADC con una tensione in ingresso di 30,69 V. Incredibilmente, pur avendo una buona linearità, l'errore è maggiore di quelle del sensore di corrente, probabilmente per la scarsa risoluzione del convertitore. Per il sensore di corrente le misure della tensione sono state fatte con un voltmetro a 5 cifre.

Elaborazione dei dati acquisiti

Per le elaborazioni dei dati acquisiti si è usato un foglio elettronico tipo Excel o simili. Sono stati importati i dati registati sulla scheda SD, quindi, riportando la pendenza e l'intercetta della calibrazione, sono stati ricavati i valori della corrente e della tensione. Si è creato anche un asse temporale, conoscendo il periodo di campionamento, che nel nostro caso è di 0,5 secondi. Le elaborazioni di regressione lineare sulle misure delle calibrazioni dei sensori, messe nella forma: (grandezza fisica)/N, hanno dato questi valori:

	Corrente	Tensione
pendenza	0,09278 [A/N]	0.0299 [V/N]
intercetta	-47.6092 [A]	0.0348 [V]

Moltiplicando la pendenza per il numero N in uscita dal convertitore otteniamo la grandezza fisica in volt od ampere, ma prima occorre togliere l'intercetta, secondo la nota legge lineare:

gf = pendenza*N + intercetta

Con le calibrazioni di cui sopra, per N =0 e per N=1023 (numeri in uscita dal convertitore AD), si hanno rispettivamente, 0,03 e 30,66 [V] per la tensione e -47,61 a +47,30 [A] per la corrente. Ma, da quanto visto sulla calibrazione estesa, la corrente massima rilevabile ancora con una buona precisione è di circa 34 A, per cui le potenze superiori agli 850 W non possono essere considerate valide per via della saturazione. È stato facile calcolare la potenza: P= V*I, l'energia, integrando la potenza col metodo dei trapezi, e realizzare i grafici. Integrando la corrente si ottengono gli amperora Ah della scarica delle batterie, utili per valutare approssimativamente l'autonomia dello scooter. Per comprendere il metodo usato per l'integrazione numerica, di seguito si apre una parentesi di approfondimento.

Integrazione per trapezi

È il sistema più semplice, ma anche abbastanza approssimativo, per fare l'integrale definito di una funzione. Essa è approssimata in tanti trapezi, di cui è facile fare l'area, per due punti si ha:

$$\int_{t_1}^{t_2} f(t)dt \approx (t_2 - t_1) \cdot \frac{f(t_1) + f(t_2)}{2}$$

L'integrale sarà uguale alla somma delle singole aree. Nel nostro caso: (t_2-t_1) = ½ [s] e f(t) è la potenza P(t), per cui:

$$E_2 = (P_1+P_2)/4 + E_1 \text{ [J]}$$

dove P_1 e P_2 sono le potenze in due istanti successivi t_1 , t_2 ed E_1 , E_2 le rispettive energie espresse in W*s

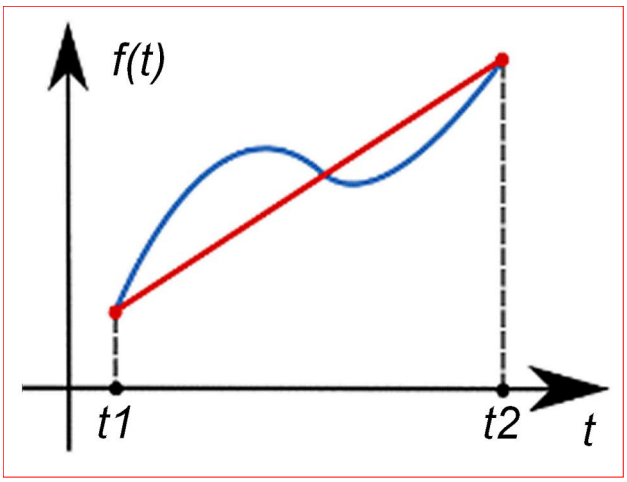


Figura 11: Integrazione per trapezi

=joule, che possono essere facilmente espresse in wattora [Wh] dividendo i joule per 3600. Ovviamente, per intervalli di campionamento diversi da 500 [ms], occorre modificare la formula di integrazione. Se vogliamo calcolare anche la carica C persa dagli accumulatori, espressa in amperora [Ah], occorre integrare la corrente, in modo analogo a quanto visto per l'energia, per cui:

$$C2 = ((I_1+I_2)/4 + C1)/3600 \text{ [Ah]}$$

La carica è legata all'energia dalla tensione, infatti, l'energia in [Wh] si ottiene moltiplicando la carica per la tensione media. La tensione della batteria non diminuisce linearmente durante la scarica, per cui è preferibile usare l'energia rispetto alla carica.

I risultati delle prove

I dati registrati sono stati 2479, con una durata di 1239,5 [s], pari a 20'39.5". In realtà lo scooter ha lavorato per 900 secondi netti, ossia 15 minuti. L'energia consumata è stata di 56,95 [Wh] con una scarica di 2,28 [Ah]. Facendo le debite proporzioni, metodo molto approssimativo, le batterie potrebbero avere un'autonomia di poco meno di 4 ore con percorsi

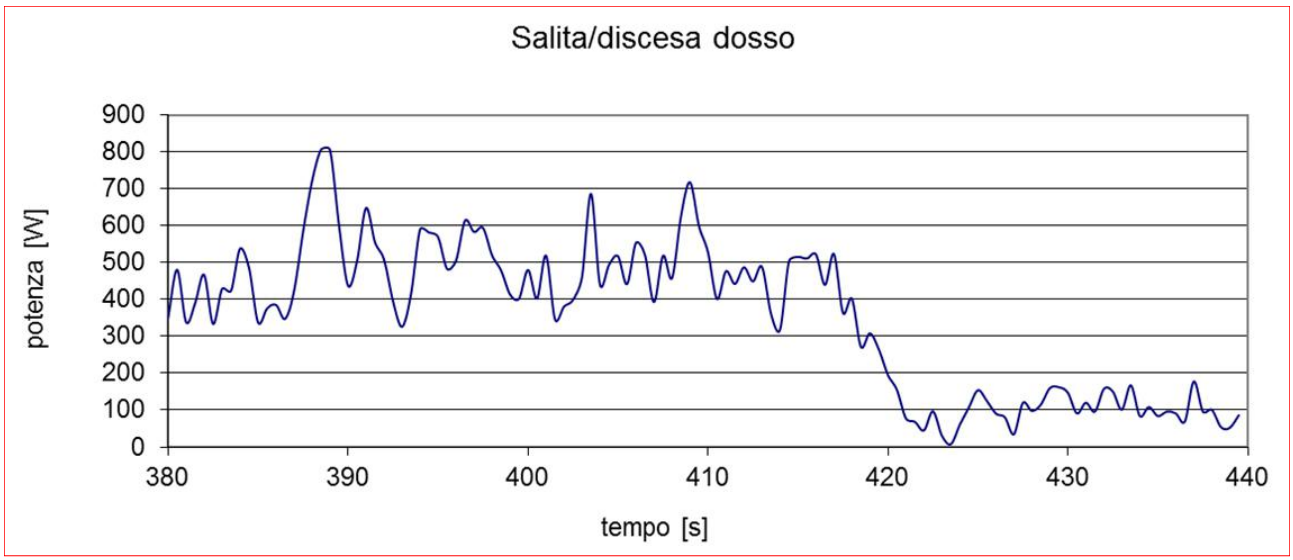


Figura 12: Grafico

simili a quelli fatti. Lo scooter, evidentemente è poco adatto alle salite, molto frequenti in Liguria, soprattutto sull'Appennino ligure, dove è stato provato. In pianura le cose vanno molto meglio, con un consumo medio di circa 100 W, ossia circa 4 A di consumo. Si rimane nelle condizioni di scarica ottimali con un'autonomia poco inferiore alle 9 ore. Tutto questo è valido se prendiamo per buoni tutti i dati elaborati, cioè se ignoriamo la saturazione del sensore di corrente. Le figure 12 e 13 mostrano le serie temporali della potenza del motore in due percorsi diversi. Si noti che per una salita di circa 15°, pari al 26,8 %, il sensore va in netta saturazione. Un fattore negativo riscontrato nelle prove è l'alta rumorosità del sensore di corrente, a vuoto si è misurata una deviazione standard di 0,14 A. Le cose peggioravano sensibilmente all'accensione dello scooter. Durante le prove statiche il rumore è stato più contenuto, con una deviazione standard massima di circa 0,38 A. L'aumento del rumore è causato probabilmente alla circuiteria di pilotaggio, del tipo switching, e anche alla commutazione delle spazzole sul collettore del rotore. Le forti ondulazioni sono, invece, prodotte dallo "smanettamento" del conducente e dall'asperità del terreno: buche, sassi, etc. Le batterie si sono comportate abbastanza bene, la tensione nel caso di maggior consumo (> 900W) hanno avuto un calo di circa 4 V, ma si sono riprese subito i circa 26,3V alla fine del sovraccarico (> 40 A). Da una tensione iniziale, a batterie cariche, di circa 26,3 V, alla fine della registrazione la tensione era scesa a soli 25,9 V. In figura 14 si vede un'altra prova con salita di media pendenza ma più lunga e con un tratto pianeggiante intermedio, che ho chiamato "salita lavatoi", in quanto sono presenti degli antichi "treuggi" genovesi o lavatoi pubblici. Per avere un'idea dell'andamento della tensione delle batterie, si è aggiunta anch'essa. Come è immaginabile, la tensione ha un andamento opposto a quello della potenza. Cronometrando in periodo di registrazione e confrontandolo con il numero dei campioni (2480) moltiplicato per il periodo di campionamento si è rilevato un errore di 0,5 secondi, ossia circa lo 0.04 %. Il progetto presentato, pur essendo molto economico e con sensori abbastanza semplici, fornisce informazioni estremamente

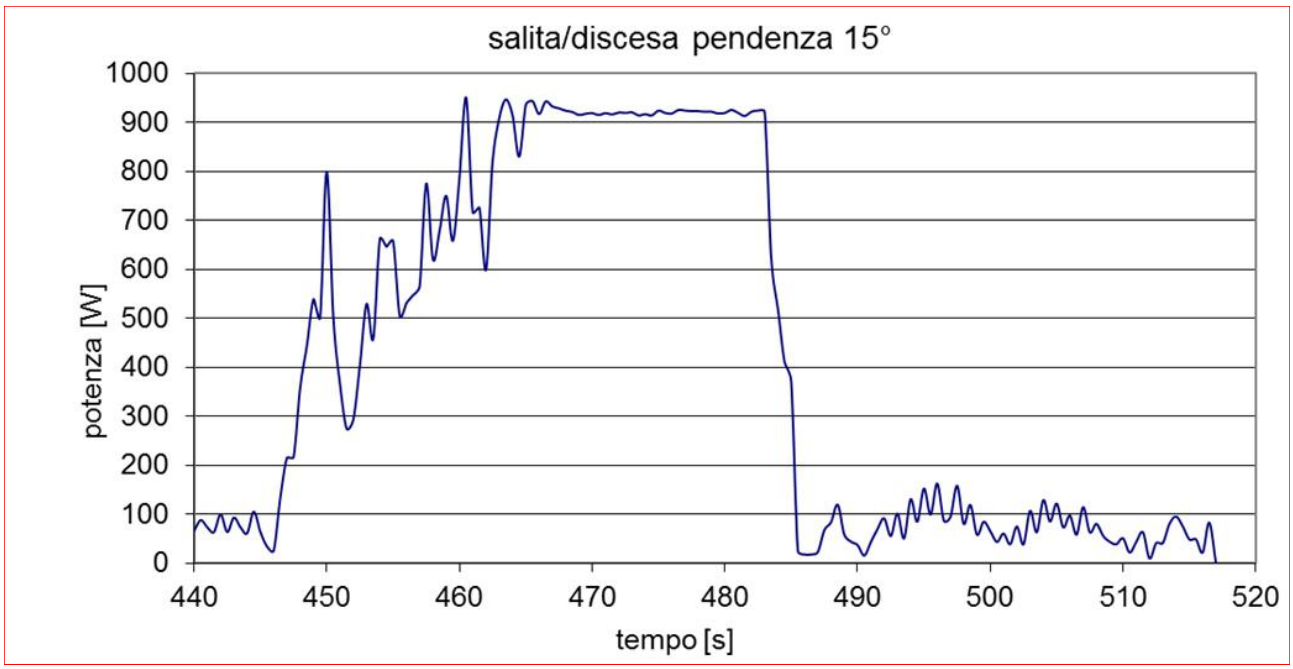


Figura 13: Grafico

utili sui consumi e sul comportamento elettrico di un dispositivo elettrico in svariate condizioni di funzionamento. Ho realizzato anche una versione più performante, basata su Arduino Due che ha un veloce convertitore ADC a 12 bit e si interfaccia meglio con la SD in quanto ha i bit di I/O a 3,3 V. Con questo sistema ho usato anche un display LCD da 4 righe x 16 colonne, con un interfacciamento uomo/ macchina più agevole e con maggiori prestazioni.

Bibliografia

1. "Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor", ACS712-DS, Rev. 15, Allegro MicroSystems – 2013
2. Dispense del corso di IMPIANTI DI BORDO 2, Capitolo 3, Prof. Giovanni Carrera rev.10/03/08

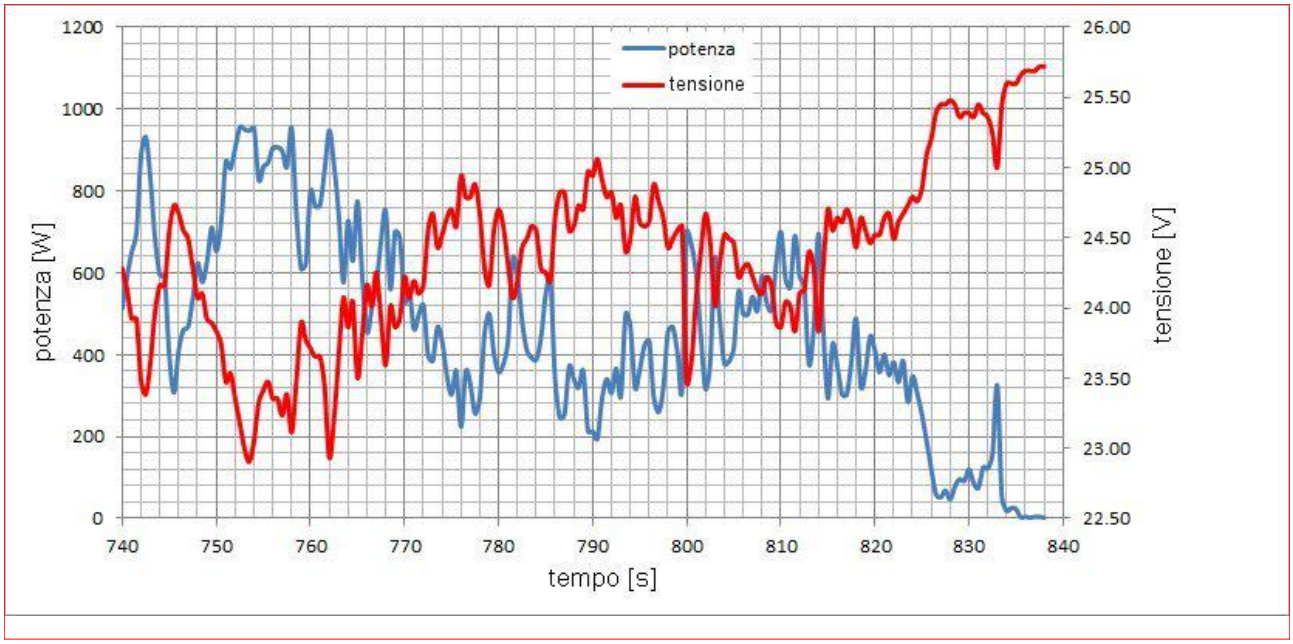
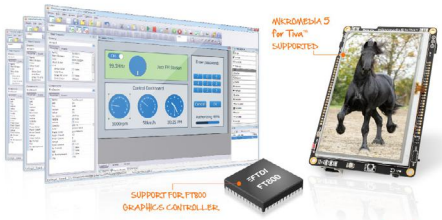


Figura 14: La salita "lavatoi"

MikroElektronika

DEVELOPMENT TOOLS | COMPILERS | BOOKS



€ 87.90

Visual TFT Tool Software (Electronic License Delivery)

€ 87.90

Scheda Mikromedia per STM32 M3

€ 87.90

Scheda Mikromedia per PIC18Fj

€ 87.90

Scheda Mikromedia per dsPIC33

€ 87.90

Scheda Mikromedia per PIC32

guarda il video!

I prezzi si intendono IVA esclusa

Mikroelektronika ti aiuta a programmare i display grafici con grande semplicità

IL BUGGY E LA EASYVR

di Maurizio Di Paolo Emilio

Il Buggy è una stazione di lavoro robotica a quattro ruote che impiega un pinout clicker 2 che lo rende compatibile con un'ampia gamma di microcontrollori. Il mikroBUS fornisce la scelta di oltre 100 board per migliorare le funzionalità con diversi sensori e bus di comunicazione. C'è anche un app Android per il controllo remoto del Buggy. La EasyVR, invece, è un modulo di riconoscimento vocale multi-purpose progettato per aggiungere facilmente la capacità di riconoscimento vocale versatile, robusta e conveniente per qualsiasi applicazione.

L'obiettivo di questo primo articolo è fornire una descrizione esauriente delle schede, Buggy e EasyVR, per poi implementare esempi pratici nei successivi articoli. A conclusione dell'articolo, verrà descritta la tecnologia dietro il riconoscimento vocale che vede protagonista la scheda EasyVR.

La scheda Buggy

Il Buggy (Figura 1) ha uno standard clicker 2 con un paio di pad di connessione 1x26 (Figura 2). Tuttavia, per rendere il Buggy più facile da programmare, alcuni dei pin hanno etichettato la descrizione che indicano le loro funzioni nei rapporti con i motori, luci e così via. Disponibile per diverse architetture MCU, clicker 2 è un kit di sviluppo compatto con due prese mikroBUS per la connettività a bordo. E' possibile usarlo per costruire rapidamente il proprio gadget con funzionalità e caratteristiche uniche. Proprio come una vera e propria macchina, il Buggy ha un insieme di luci anteriori e posteriori per la segnalazione e per illuminare la strada (Figura 3 e 4). Queste luci sono indirizzate in un modo tale da rendere più facile la programmazione. Sono suddivise in tre

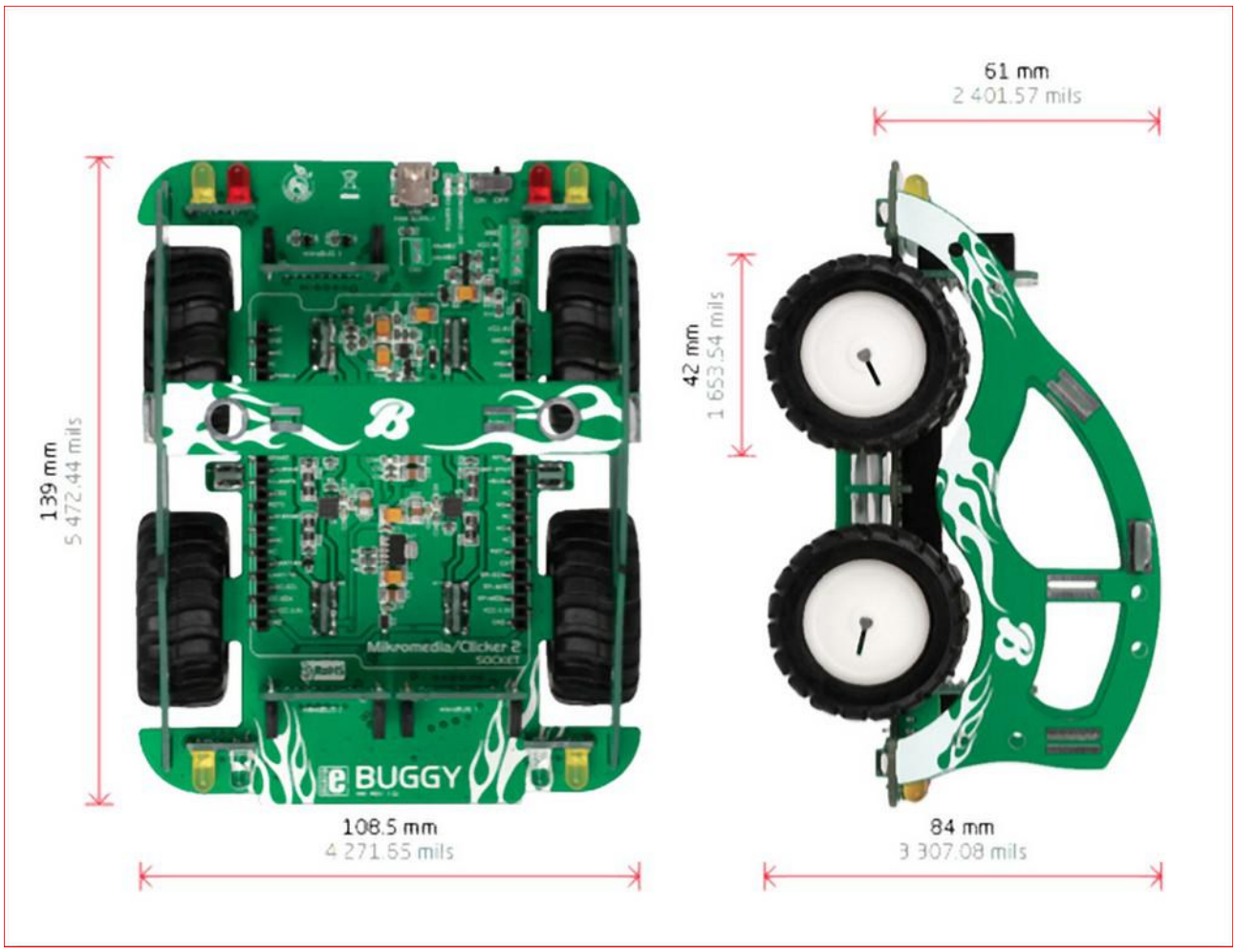


Figura 1: Buggy con le varie misure dimensionali

gruppi sulla base della loro funzionalità: (1) La coppia di LED bianchi sulla parte anteriore rappresentano dei fari, con due modalità di luminosità; (2) Il LED rosso dei freni sul retro con due livelli di luminosità; e (3) le due coppie di luci gialle di segnalazione a LED raggruppate su lato sinistro e destro. Il Buggy ha un azionamento a motore differenziale. I quattro motori a corrente continua sono divisi per asse sinistro e destro (controllato dal driver motore DRV833RTY, U6 e U7, una per ogni lato come descritto in figura 5). Per evitare che i motori assorbano troppa corrente dalla batteria, alcuni resistori sono utilizzati per limitare l'assorbimento di corrente. Ogni motore può assorbire un massimo di 400 mA, per un totale di 1,6 A per tutti e quattro i motori. Il Buggy funziona con una batteria da 3.7V 2000mA. Una volta installata, la carica avviene attraverso la porta USB del Buggy. Un'indicazione di alimentazione è fornita dal led rosso per segnalare quando la batteria è in carica. L'espandibilità del Buggy non si limita al solo mikroBUS, è possibile collegare una varietà di sensori e antenne attraverso i pin I/O.

MikroBUS (Figura 6) è uno standard pinout appositamente progettato con SPI, I2C, UART, Interrupt, PWM, Reset e piedini di alimentazione. Il Buggy è dotato di tre prese mikroBUS, due nella parte anteriore e uno nella parte posteriore. Ci sono più di 100 schede disponibili che possono essere utilizzate con il Buggy. Ogni scheda è dotata di un unico modulo, e questi variano da sensori al display, audio di controllo del motore, la comunicazione a fibre ottiche e anche il riconoscimento vocale.

La scheda EasyVR

Il modulo EasyVR (Figura 7) può essere utilizzato con qualsiasi host con

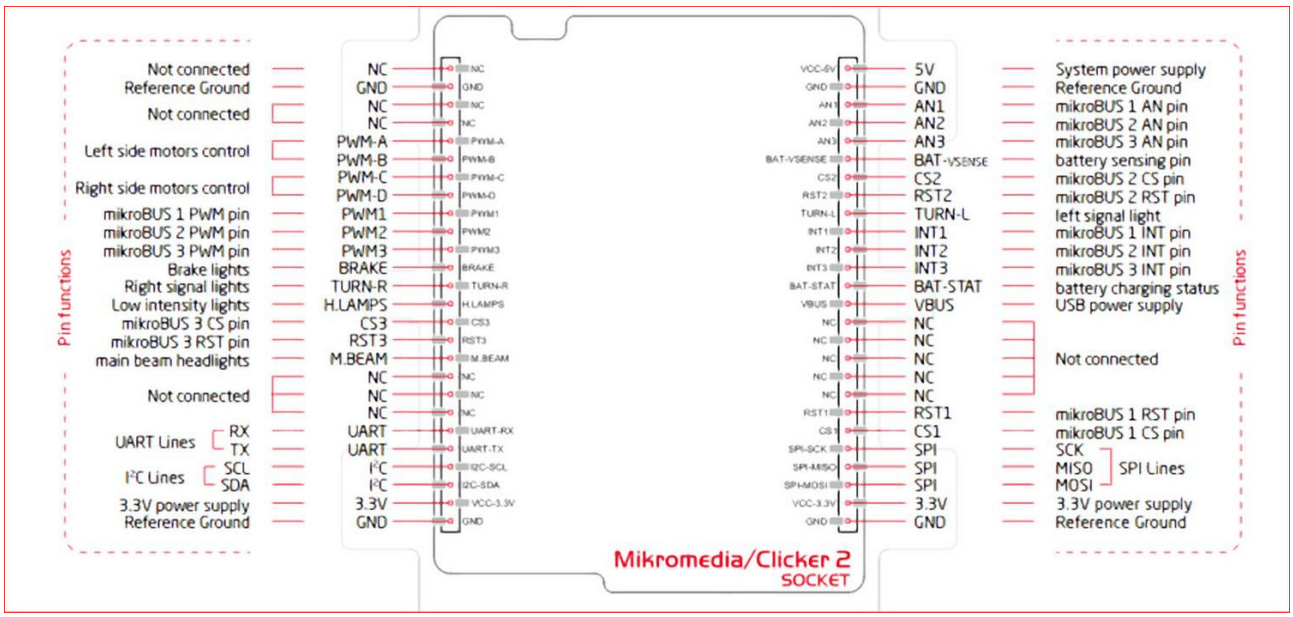


Figura 2: Socket Mikromedia/Clicker 2

un'interfaccia UART alimentato a 3.3V - 5V, come ad esempio le schede PIC e Arduino. Alcuni esempi di applicazione includono domotica, come gli interruttori della luce controllati a voce, serrature, o l'aggiunta di comandi vocali ai robot più diffusi presenti sul mercato. Può essere facilmente collegato a una basetta ed è compatibile con le specifiche mikroBUS. Le linee esterne J1 e J2 sono connettori di interfaccia mikroBUS, il connettore J3, invece, fornisce le linee configurabili di

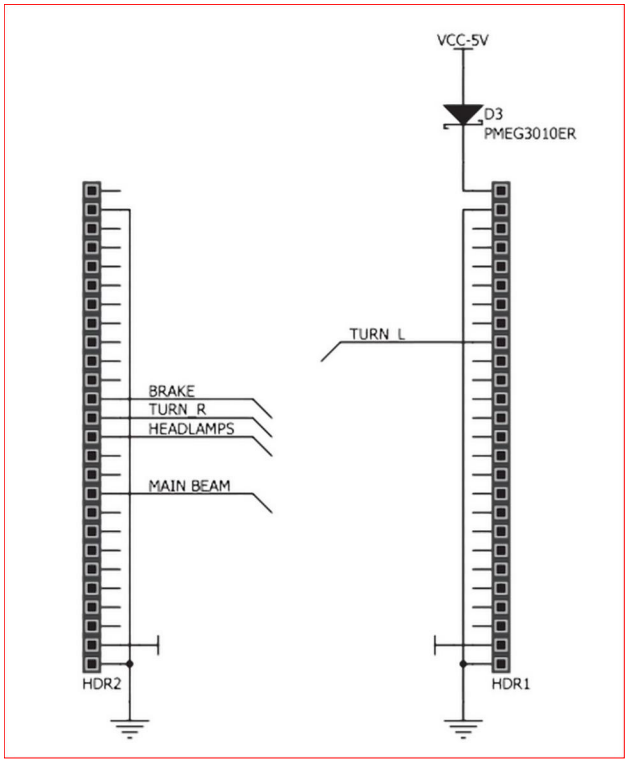


Figura 3: Pin per il controllo delle luci

espansione I/O. Il connettore J4 contiene i principali segnali analogici, come i segnali microfonici e le uscite amplificate DAC, che sono anche disponibili sui connettori ad angolo J5 e J6. Il modulo può anche essere utilizzato tramite il connettore J7 utilizzando l'adattatore / cavo QuickUSB. Il connettore J7 è una presa a 6 poli specificamente progettato per il cavo adattatore seriale QuickUSB, ma un altro adattatore può essere utilizzato a condizione che utilizza lo stesso tipo di connettore, ovvero stessi pin e stesse specifiche elettriche. Supporta fino a 32 Speaker e comandi vocali (password) che possono essere personalizzati e pronunciati in qualsiasi lingua attraverso una semplice interfaccia grafica di programmazione. L'uscita audio PWM supporta altoparlanti a 8Ω con una riproduzione audio fino a 9 minuti di suoni registrati. EasyVR è un modulo "slave", comunicante tramite un'interfaccia seriale asincrona con le seguenti caratteristiche:

•Baud Rate: 9600 (default), 19200, 38700, 57600, 115200

•Frame: 8 bit di dati, nessuna parità, 1 bit di stop

La linea dati di ingresso del ricevitore è

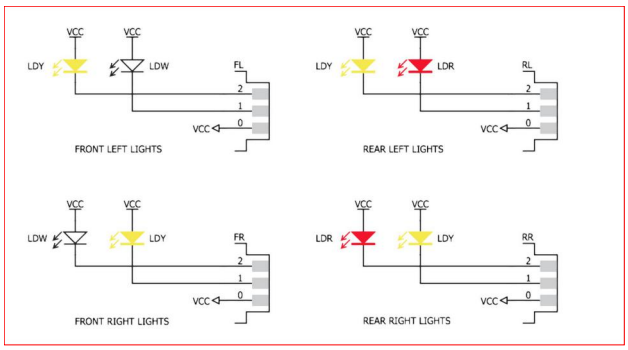


Figura 4:LED Schematics

ERX, mentre la linea dati di uscita del trasmettitore è ETX. Non vengono utilizzate linee di handshake.
Il microfono in dotazione con il modulo EasyVR è omnidirezionale a condensatore (EM9745P-382) con le seguenti caratteristiche:

•Sensibilità -38dB (0dB = 1V / Pa @ 1KHz)
•Carico impedenza 2.2K
•Tensione 3V
•Risposta in frequenza quasi piatta nella gamma 100 Hz - 20 kHz

L'elemento microfono deve essere posizionato il più vicino alla superficie di montaggio e deve essere completamente inserito nel corpo di plastica (figura 8). Non ci deve essere spazio aereo tra l'elemento microfono e l'alloggiamento. Avendo tale spazio aereo può portare a

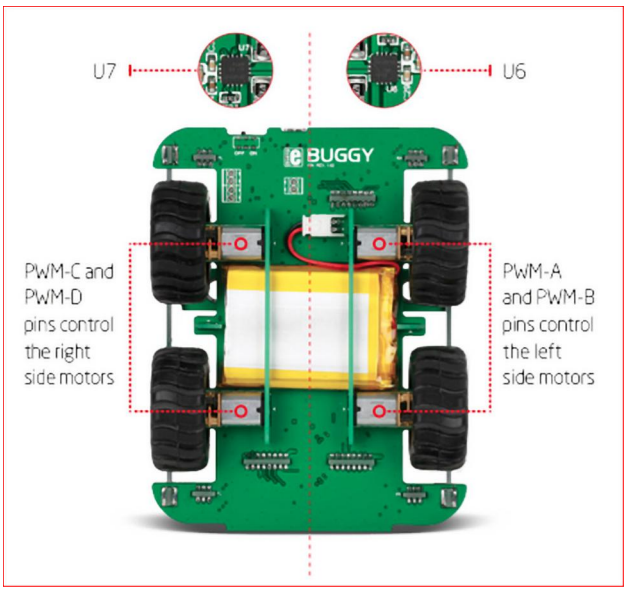


Figura 5: Motori del buggy

risonanza acustica, che può ridurre la precisione del riconoscimento. L'area di fronte l'elemento microfono deve essere mantenuta libera da ostacoli per evitare interferenze con il riconoscimento. Il diametro del foro nella sede davanti al microfono deve essere di almeno 5 mm. Qualsiasi superficie plastica necessaria davanti al microfono deve essere il più sottile possibile, non più di 0,7 mm (figura 9). Il microfono deve essere acusticamente isolato dalla custodia (figura 10). Ciò può essere ottenuto circondando l'elemento microfono con un materiale spugnoso come gomma o schiuma. Lo scopo è quello di evitare rumori uditivi. Tali rumori estranei

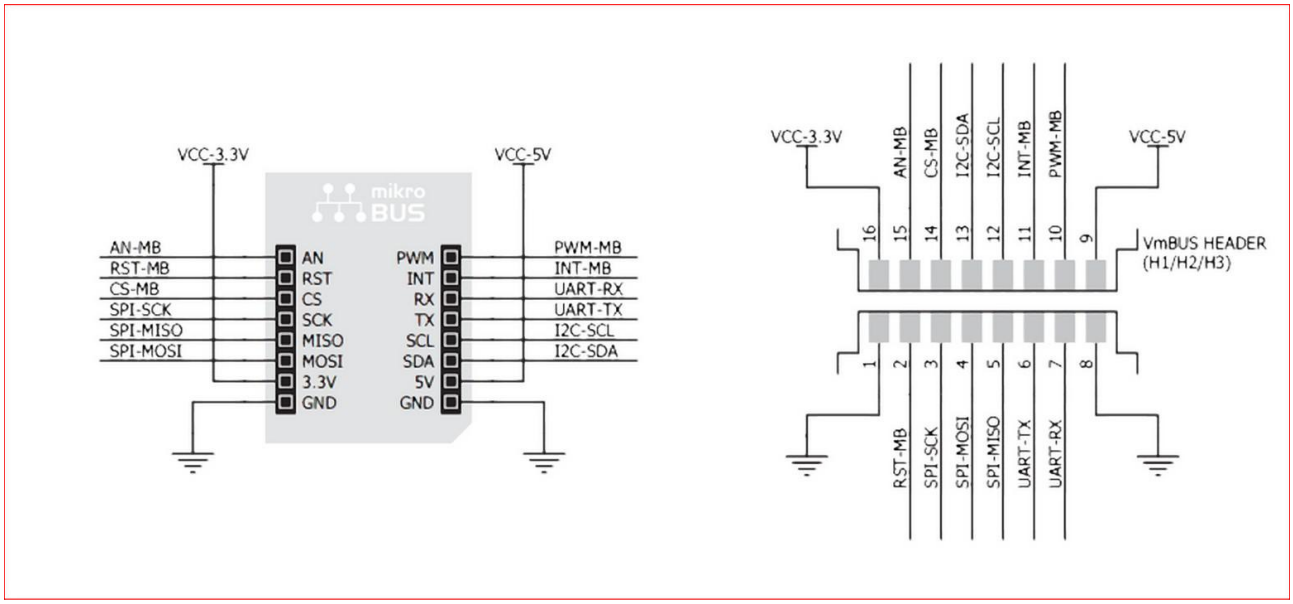


Figura 6: Socket Vertical Mikrobus

NEW!

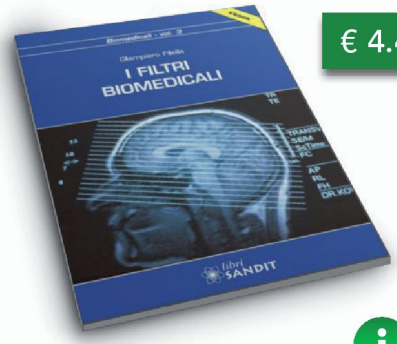
SCOPRI TUTTI GLI

ebook ELETTRONICA

NEW!

€ 5.49

I LED e l'illuminazione



€ 4.49

I filtri medicali

€ 7.99

Sensori

€ 14.64

Pillole di microcontrollori PIC

€ 5.49

Oscilloscopio facile 2

€ 9.49

Metal Detector

€ 5.49

Oscilloscopio facile

€ 6.49

Lavorare con Raspberry PI

€ 4.49

Lampade a LED e normative

manuali - elettronica - FR - meccanica - strumentazione - programmazione - microcontrollori

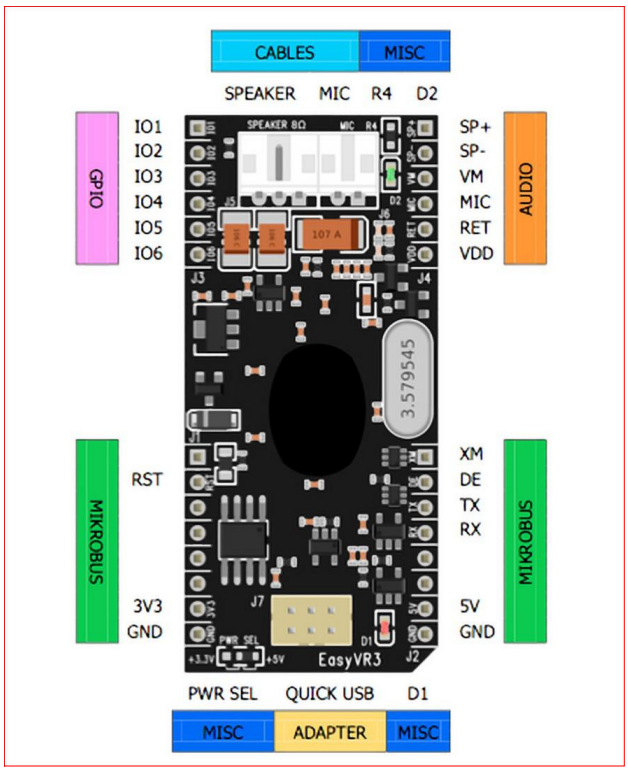


Figura 7: EasyVR3 Module

possono ridurre la precisione del riconoscimento. Se il microfono viene spostato da 15 cm a 30 cm dalla bocca dell'oratore, la potenza del segnale diminuisce di un fattore di quattro. La differenza tra una voce forte e una morbida può essere anche più di un fattore di quattro. Tuttavia, il preamplificatore interno del EasyVR compensa un ampio range dinamico di potenza del segnale di ingresso. Il modulo EasyVR include un bootloader (figura 11) che permette di aggiornare il firmware e scaricare nuove tabelle di suono nella memoria on-board. La modalità di avvio viene attivata mediante il segnale XM ad un livello logico alto all'accensione o reset. Questo può essere fatto facilmente con un ponticello (o switch) prendendo il segnale ad un resistore di pull-up. Per scaricare un

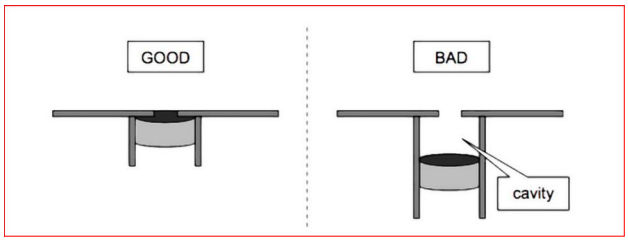


Figura 8: Posizionamento del microfono

aggiornamento del firmware bisogna accendere il modulo con il jumper chiuso. Per il funzionamento normale, basta lasciare il ponticello aperto.

EasyVR Shield

La EasyVR Shield (Figura 12) per Arduino è basata sul modulo di riconoscimento vocale EasyVR decritto nel paragrafo precedente. La Shield include tutto ciò che il modulo EasyVR necessita ed è una scheda indispensabile per semplificare la connessione del modulo stesso ad una scheda Arduino o direttamente ad un PC. Il modulo è particolarmente adatto per l'automazione domestica tramite comandi vocali: per esempio, accensione di luci e comandare un robot. La EasyVR Shield è dotata di connettori aggiuntivi per la connessione di microfoni ed inoltre dispone di funzioni utili come la possibilità di aggiornamento del firmware e ulteriori lingue (disponibile in americano, italiano, giapponese, tedesco, spagnolo e francese).

Set-up della scheda EasyVR

Il cavo adattatore seriale QuickUSB può essere usato per programmare i comandi vocali e le uscite audio in un modulo EasyVR e rapidamente testarlo con il PC. E' sufficiente collegare il microfono (MIC J6) e un altoparlante 8Ω (SPEAKER J5) al modulo plug-in del cavo adattatore per effettuare in tutta tranquillità le varie misure. La modalità di avvio viene gestita automaticamente attraverso le linee di handshake seriali, quindi non è necessario impostare alcun ponticello. La comunicazione con il modulo EasyVR utilizza un'interfaccia standard UART compatibile con 3.3-5V in livelli logici TTL / CMOS (figure 13). La configurazione iniziale all'accensione è 9600 baud, 8 bit di dati, nessuna parità, 1 bit di stop. La velocità di trasmissione può essere modificata in seguito per funzionare nella gamma di 9600-115.200 baud. Il

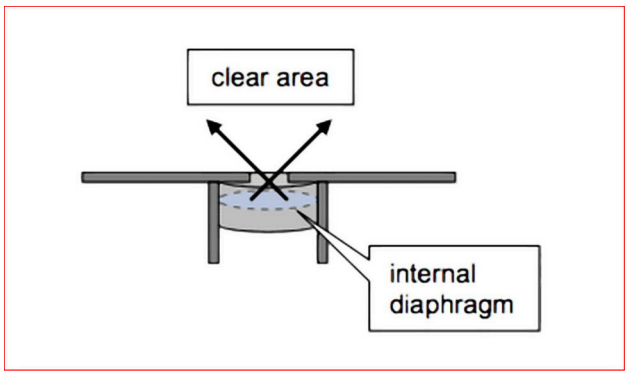


Figura 9: Risonanza acustica del microfono

protocollo di comunicazione utilizza solo caratteri ASCII stampabili, che possono essere suddivisi in due gruppi principali:

•I caratteri di comando e di stato, rispettivamente sulle linee TX e RX (lettere minuscole).

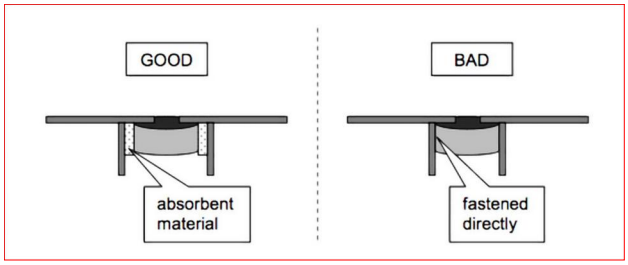


Figura 10: Isolamento del microfono

•Gli argomenti del comando o dettagli dello stato, ancora una volta sulle linee TX e RX, che coprono la gamma di lettere maiuscole.

Ciascun comando inviato sulla linea TX, riceve una risposta sulla linea RX in forma di un byte di stato seguito da zero o più argomenti. C'è un minimo di ritardo

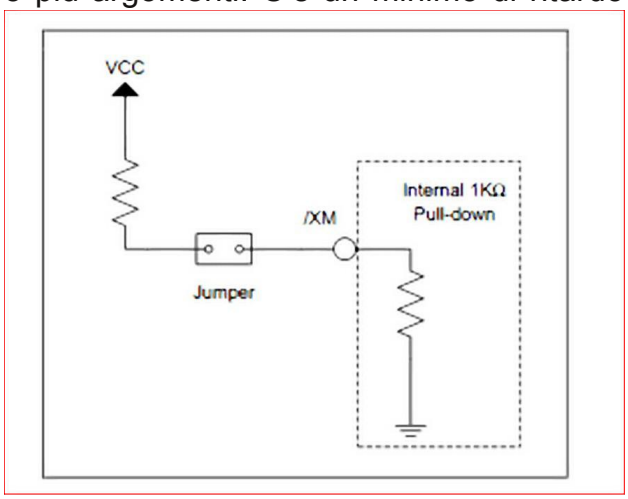


Figura 11: Boot mode selection circuit

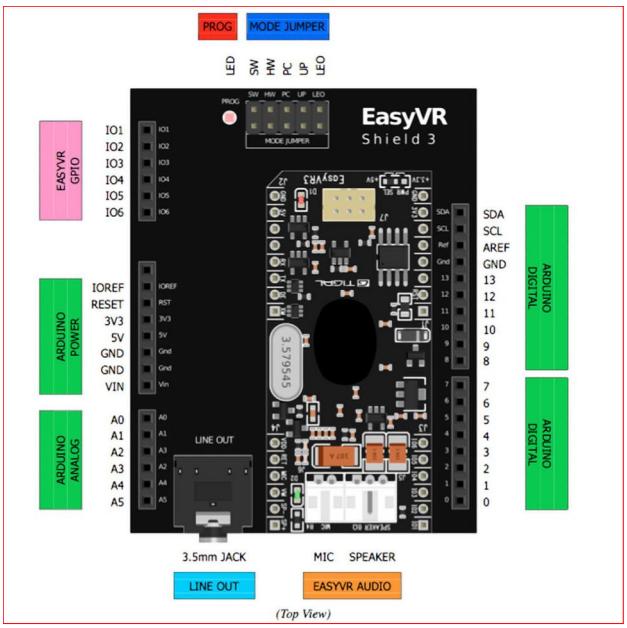


Figure 12: Easy VR Shield

prima di ogni byte inviato dal modulo EasyVR alla linea RX, che è inizialmente impostato a 20 ms e possono essere selezionati in seguito nelle gamme di 0-9 ms, 10-90 ms e 100 ms - 1 s: questo per consentire al EasyVR di tornare in ascolto di un nuovo suono. La comunicazione è host-driven e ogni byte della risposta ad un comando deve essere riconosciuto dalla host per ricevere i dati di stato supplementari. La risposta è interrotta se qualsiasi altro carattere è ricevuto e quindi non c'è bisogno di leggere tutti i byte di risposta se non espressamente richiesti. Il modulo passa automaticamente alla modalità sleep dopo l'accensione. Per iniziare la comunicazione, è sufficiente inviare qualsiasi carattere per riattivare il modulo. La libreria EasyVR implementa il protocollo di comunicazione seriale per gestire il modulo e EasyVR Shield dalla scheda Arduino, consentendo un facile accesso a tutte le funzioni.

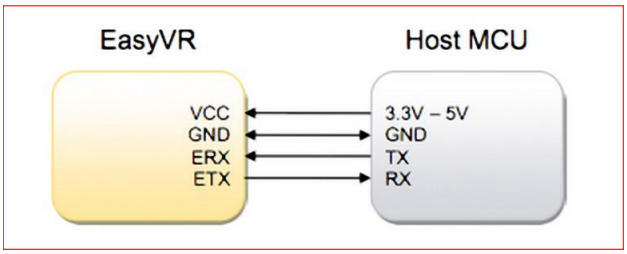
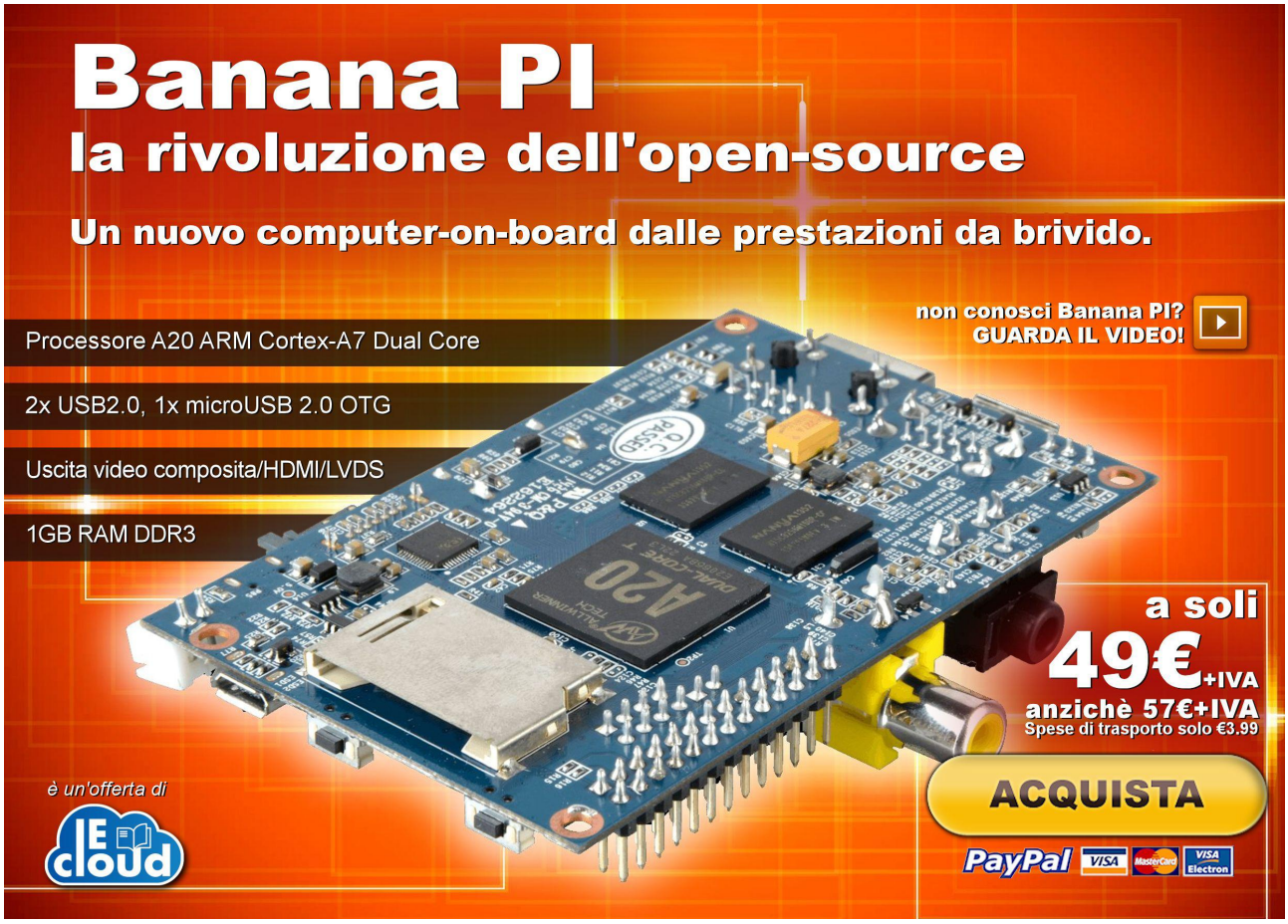


Figure 13: Set-up della Easy VR Module

La tecnologia del riconoscimento vocale

Il riconoscimento vocale (SR) è la traduzione di parole pronunciate in testo. E' noto anche come "il riconoscimento vocale automatico" (ASR), "il riconoscimento vocale del computer", o semplicemente “Speech to text” (STT). I Sistemi di riconoscimento vocale moderni si basano su modelli Hidden Mark (HMM). Questi modelli sono utilizzati nei sistemi di riconoscimento, dove un segnale vocale può essere visto come un segnale stazionario per un breve tempo. I modelli HMM sono molto popolari, poichè possono essere addestrati automaticamente e sono semplici e computazionalmente fattibili da usare. Nel riconoscimento vocale, il modello Markov fornisce in uscita una successione di vettori a valori reali n-dimensionali (con n un intero piccolo, ad esempio 10) ottenuti da una trasformata di Fourier di una finestra temporale breve. Il modello di Markov tenderà ad avere in ogni stato una distribuzione statistica. Ogni parola, o (per più sistemi di riconoscimento vocale generale) ogni fonema, avrà una distribuzione d'uscita diversa; un modello Markov per una sequenza di parole o fonemi è fatto concatenando i singoli modelli di Markov impiegati per le singole parole (o fonemi). Un campo di applicazione è quello automotive, dove i comandi vocali semplici possono essere utilizzati per effettuare telefonate, selezionare stazioni radio o riprodurre musica. La capacità di riconoscimento vocale varia tra auto, marca e modello. Le prestazioni dei sistemi di riconoscimento vocale vengono valutate in termini di precisione e velocità. La precisione è valutata, di solito, con un tasso di errore di parola (WER). Altre misure di precisione comprendono Single Word Error Rate (SWER) e Command Success Rate (CSR). Tuttavia, il riconoscimento vocale (da una macchina) è un problema molto complesso. Le vocalizzazioni variano in termini di accento, pronuncia, rugosità, nasalità, tono, volume e velocità del discorso.



MULTI-1/MUSB RS232 ANDROID TO RS232 CONVERTER

di Giovanni Di Maria

Esistono centinaia di tipologie di porte di comunicazione per PC, Tablet e altri dispositivi. Stiamo pur certi che la possibilità di connessione tra diverse porte è, e sarà, sempre garantita da appositi adattatori. Quello che presentiamo nell'articolo è un adattatore che consente di instaurare una comunicazione RS232 seriale ad un dispositivo dotato di porta USB.

Anche i possessori di dispositivi Android sono accontentati. Un utile adattatore che crea una connessione seriale, di tipo RS232. Si tratta, in pratica, di un convertitore da USB a seriale, aggiungendo una porta RS232 attraverso una porta micro USB. L'aggiunta della porta è molto semplice e sfrutta la tecnologia Plug and Play della USB.

Figura 1: Il convertitore micro USB RS232

Descrizione generale

Il convertitore è molto piccolo e poco ingombrante e leggero. Con i suoi 49x39x16 millimetri e i 200 grammi di peso sta comodamente in tasca. In superficie monta due diodi Led (TX e RX) per monitorare in tempo reale la comunicazione. E' protetto contro le sovratensioni fino a 15KV (ESD) e contro le tensioni elettrostatiche. Funziona con Linux, Windows e anche con Android a partire dalla versione 3.2. Utile, dunque, per essere utilizzato con dispositivi mobili e tablet. La velocità operativa della comunicazione seriale può arrivare fino a 921.6kbps. Il suo costo non è particolarmente elevato e può essere acquistato al link riportato a fine articolo.

Caratteristiche

•Marca: SystemBase;
•Adattatore 1 porta seriale per µUSB;
•Compatibilità USB 2.0;
•Interfaccia seriale RS232;
•Peso: 200 grammi;
•Dimensioni: 49,0 (L) x 39,0 (W) x 16,3 (H) mm.
•Supporta transfer rate di dati seriali fino a 921.6Kbps;
•Communication status via TX/RX LED;
•Funzione di protezione sovratensione fino a ± 15KV;
•Supporta: USB 2.0;
•Interfaccia seriale RS232;
•Android OS 3.2 e superiore - Sistema Operativo Windows XP/Vista/7/8/8.1, Linux;
•Connettore: maschio DE9 1EA;
•Consumo max: 180mA a 5V.

La confezione del prodotto si presenta con un blister che racchiude il dispositivo. Sul retro del blister sono riportate la descrizione, le caratteristiche e la piedinatura della porta RS-232.

Utilizzo col Windows

Nel presente articolo tratteremo dell'uso dell'adattatore con il sistema operativo Windows. In una futura trattazione esploreremo il suo campo d'azione anche con i tablet.

Adattatore USB/uUSB

Dal momento che la maggior parte dei computer non è dotato di una porta microUSB femmina ma solo USB, è

Figura 2: Il logo della SystemBase

necessario adottare un ulteriore adattatore/convertitore da micro usb femmina a usb maschio. Esso consente, appunto, di adattare la piedinatura del nostro dispositivo con quello di un normale PC da tavolo o portatile. Esso è mostrato in figura 5.

Collegamento al PC

L'assemblaggio è semplicissimo. Occorre connettere tra loro le componenti e il gioco è fatto. Poiché le periferiche sono di tipo Plug and Play,il sistema le riconosce subito. Si potrebbero ricevere, eventualmente, alcuni messaggi di avvertimento, ai quali bisogna rispondere normalmente con il mouse. La connessione dell'adattatore al PC determina l'aggiunta di una nuova porta seriale, numerata secondo le esigenze del computer. Essa può essere verificata accedendo alla lista delle risorse Hardware del proprio sistema informatico. E adesso? Bene, abbiamo adesso a disposizione di una porta seriale su un PC che ne era totalmente sprovvisto. Possiamo utilizzarla per tantissimi scopi, come ad esempio:

•Collegamento del PC a periferiche, centraline, dispositivi vari, ecc;
•Uso di telescopi digitali;

Figura 3: Il blister del converter

Figura 4: Il bottom del converter

•Utilizzo di programmatori software e hardware;
•Connessione del PC a sistemi di controllo;
•Comunicazione con un microcontrollore.

In questo articolo vedremo proprio l'ultimo utilizzo, ossia quello che prevede il collegamento tra un PC e un sistema basato su microcontrollore. Rimbocchiamoci le maniche e proseguiamo.

Il prototipo da realizzare

Per il test dell'adattatore realizzeremo un semplicissimo sistema composto da:

•Un software GUI per PC con dei

Figura 5: Adattatore micro usb femmina / usb maschio

Figura 6: Assemblaggio del sistema

pulsanti di comando visuali;

•Una centralina elettronica realizzata con un microcontrollore PIC.

La funzionalità del programma al PC è quella di ricevere gli ordini dall'operatore, tramite dei pulsanti a video attivabili con il mouse, determinando così alcune funzionalità sulla scheda elettronica, collegata via cavo tramite protocollo RS-232.
Come si vede, tale tipologia di collegamento, che sembrava stesse tramontando, sta tornando alla ribalta in modo massiccio, grazie alla presenza di numerosi dispositivi basati proprio su tale tipologia di trasmissione dati.

Descrizione del software a PC

Il programma è composto da una finestra, nella quale sono disposti alcuni pulsanti. A seconda di quale bottone viene premuto, il sistema illumina alcuni diodi Led collegati al circuito elettrico.
Costituisce, dunque, una sorta di maschera di controllo a video, realizzata con il

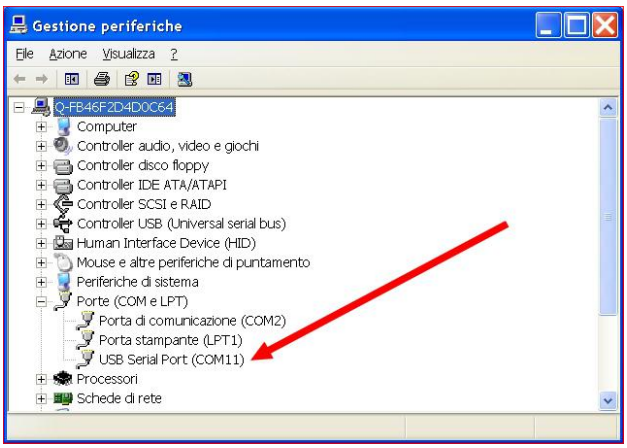


Figura 7: La nuova porta COM riconosciuta dal sistema

compilatore HMG e linguaggio Harbour (ma qualunque linguaggio di programmazione va bene), con cui si può comandare a distanza l'accensione dei diodi Led.
Il programma stabilisce un dialogo remoto attraverso la porta seriale.

Descrizione della centralina

Il dispositivo, basato su un microcontrollore PIC e collegato al PC tramite il nostro adattatore, riceve i comandi dal PC e illumina, di conseguenza, alcuni diodi Led.
Tale base potrà costituire, senz'altro, le fondamenta per la realizzazione di un progetto molto più complesso e completo come, ad esempio, una centralina per la domotica o per il pilotaggio di carichi di media potenza.
E' un'unità remota ricevente, costituita dal Pic, che interpreta il comando ricevuto ed illumina i relativi Led. Le due unità, quindi, sono dotate di una parte hardware (Processore e porta seriale dal lato Master e Pic e porta seriale dal lato Slave) e di una parte software (programma in HMG dal lato Master e programma mikroBasic per Pic dal lato Slave).

Figura 8: Schema a blocchi del sistema

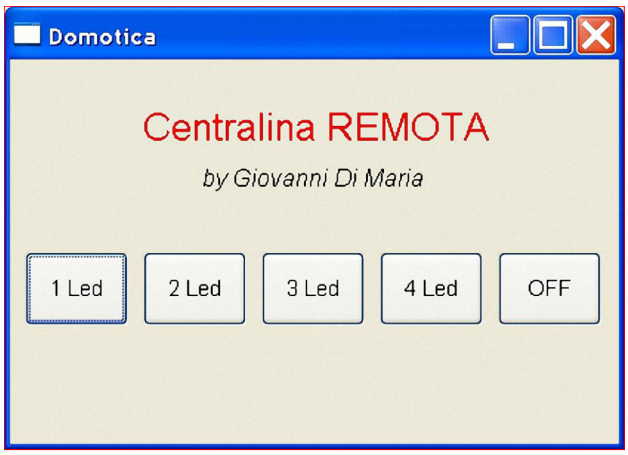


Figura 9: La maschera di controllo Led al PC

Il circuito elettrico

Iniziamo la trattazione del sistema proprio dalla centralina elettronica, quella che riceve i comandi dal computer. In questo modo si comprende meglio la filosofia dell'intero prototipo. L'intero circuito è basato sul PIC 16F877/A. Si è scelto questo modello poiché è provvisto di due canali adibiti alla trasmissione dati con protocollo RS-232. In ogni caso, dal momento che il microcontrollore lavora con logica TTL, è necessario "translare" i livelli logici a quelli compatibili con lo standard seriale. Occorre, pertanto, utilizzare l'integrato MAX232 che provvede, appunto, alla trasformazione dei livelli. I quattro diodi Led sono collegati, rispettivamente, alle porte RB0, RB1, RB2 e RB3 e si illuminano con un opportuno comando, proveniente dal software al PC. Lo schema è illustrato chiaramente in figura 11. Il lettore può realizzare in toto lo schema elettrico oppure può usare la scheda EasyPIC con la quale può testare i propri firmware su microcontrollore. Attualmente essa è giunta alla versione 7 ma anche le precedenti versioni sono davvero molto utili.

Il firmware del micro

Il 16F877 è programmato con il mikroBasic della MikroElektronika. La versione attuale del compilatore (e del sistema di sviluppo) è la 6.6.1. E' possibile scaricare la versione demo, che funziona perfettamente con qualche limitazione sulla lunghezza del codice sorgente. Il listato è basato

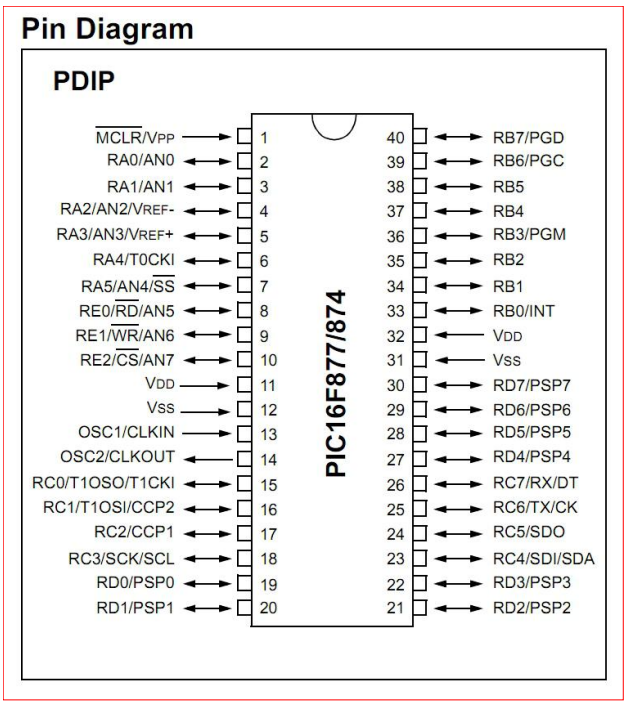


Figura 10: Piedinatura del PIC 16F877/A

sull'apertura della comunicazione della porta seriale, attraverso l'apposita funzione UART1_Init(9600). All'interno di un loop infinito avviene la lettura di eventuali dati presenti sulla porta, attraverso la funzione UART1_Read(). La relativa codifica determina il cambiamento di stato logico sui diodi Led. Il sorgente è di estrema semplicità e si possono apportare tutte le modifiche del caso.

Il software al PC

Passiamo adesso a descrivere il funzionamento del programma che gira sul computer. Esso è realizzato con HMG, uno speciale porting del linguaggio Harbour che, in aggiunta, gestisce anche le GUI e la grafica. Questo compilatore genera eseguibili molto piccoli e non si ha la necessità di appoggiare il programma con ulteriori librerie DLL.
Il listato provvede a creare la GUI e i pulsanti, considerato come oggetti. Ad ogni pressione di questi ultimi vengono eseguite le rispettive funzioni che provvedono a:

•Aprire la comunicazione con la porta seriale;
•Inizializzarla a 9600 baud;
•Inviare un codice carattere

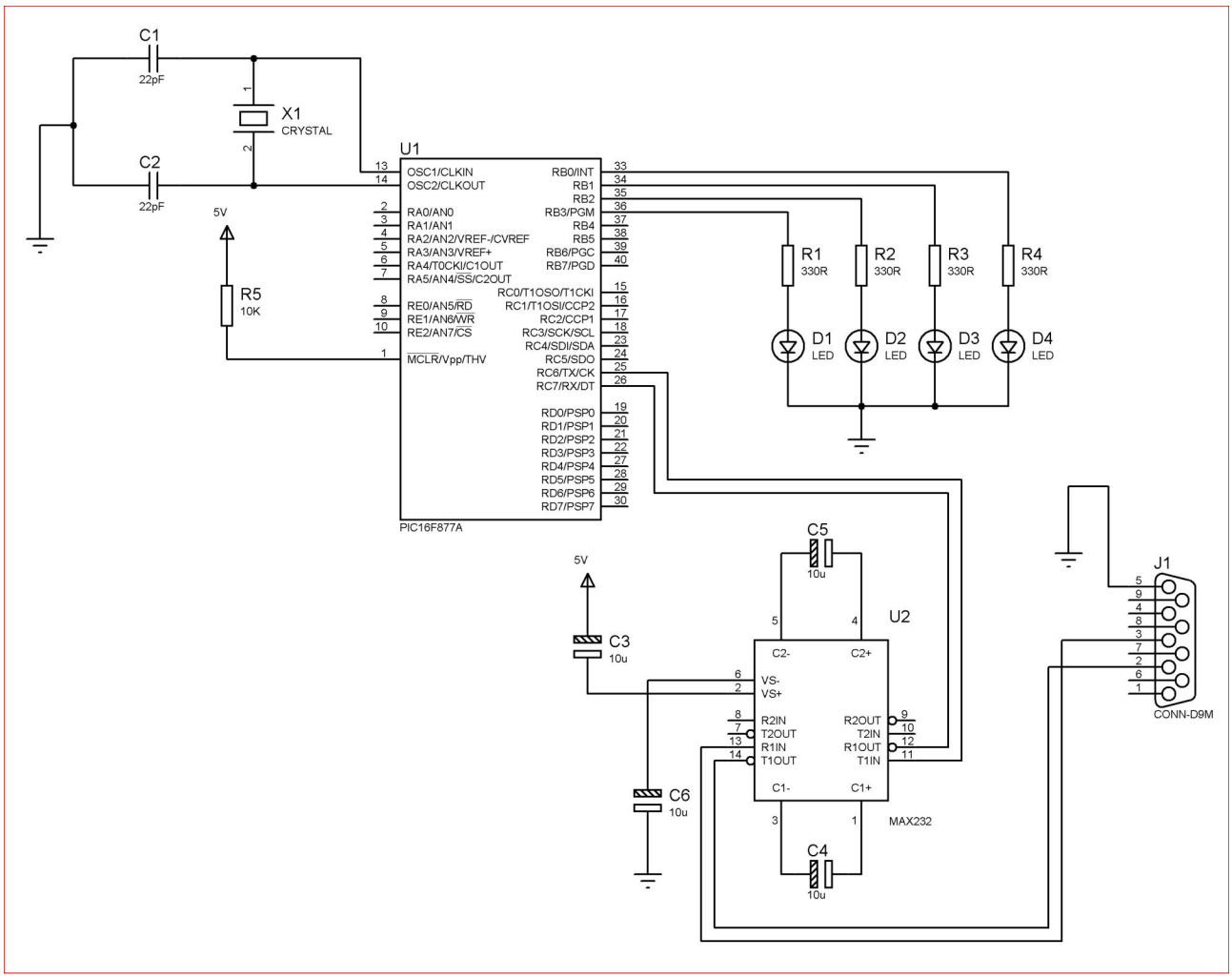


Figura 11: Schema elettrico della centralina di controllo remoto

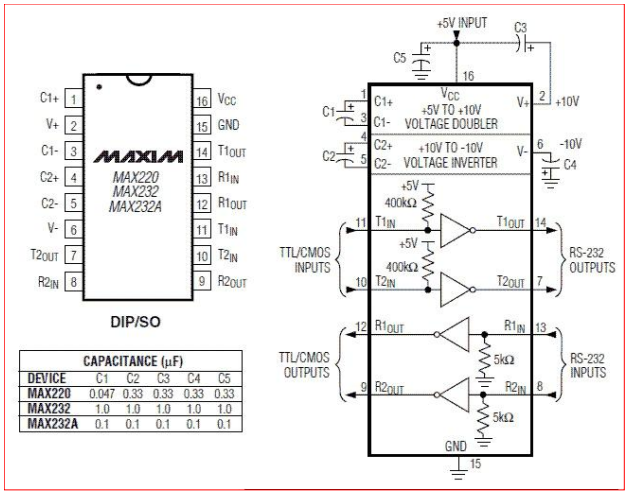
corrispondente ad un comando;

•Chiudere la porta seriale.

Il fatto di programmare ogni pulsante in questa maniera consente di avviare prima il software e poi il firmware, o viceversa, ottenendo una indipendenza totale tra le due unità. E' opportuno assegnare alla variabile globale "nPortaSeriale" il corretto valore della porta seriale, ricavato dalla gestione risorse del PC.

Per la compilazione del listato in HMG, è sufficiente accedere al prompt dei comandi, entrare nella cartella che ospita il programma, impostare il percorso (PATH) al compilatore (solitamente C:\hmg3.4.2 e compilare il sorgente con il comando:

build pippo.prg



CAPACITANCE (µF)					
DEVICE	C1	C2	C3	C4	C5
MAX220	0.047	0.33	0.33	0.33	0.33
MAX232	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAX232A	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Figura 12: Schema e pinout del MAX232

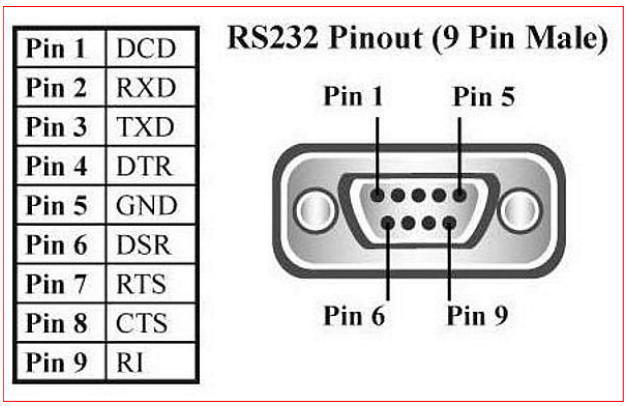


Figura 13: Pinout RS232

```
Elenco componenti

R1~R4    330 Ω 1/4 W
R5       10K Ω 1/4 W
C1-C2    22pF  50 V ceramico
C3~C6    10µF  63 V
elettrolitico
U1       PIC16F877A
U2       MAX232
D1~D4    Diodi Led rossi
J1       Connettore DB9
X1       Quarzo 4 Mhz
```

Se la compilazione non trova errori di sorta, sarà prodotto l'eseguibile pippo.exe. Il suo funzionamento e utilizzo sono molto semplici: se l'utente preme a video il pulsante "1 Led" si accenderà il primo diodo Led sulla scheda; se l'utente preme a video il pulsante "2 Led" si accenderanno due diodi Led, e così via. Per spegnerli tutti occorre premere, ovviamente, il tasto "Off".

Links

http://www.elettroshop.com/convertitore-

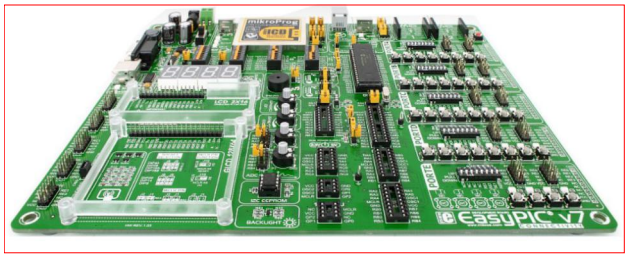


Figura 14: EasyPIC 14

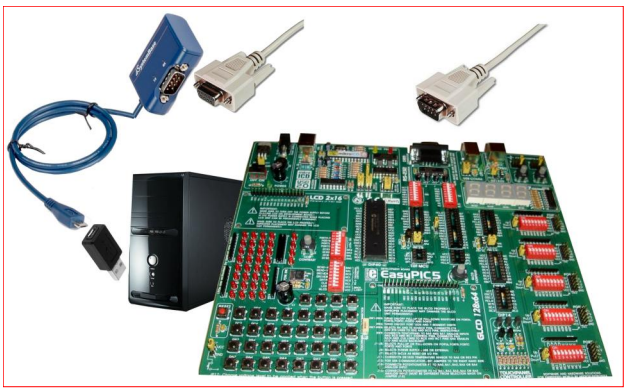


Figura 16: Assemblaggio del sistema con la EasyPIC

micro-usb-rs232-1-porta/
http://www.mikroe.com/easypic/
HMG
https://docs.google.com/uc?id=0B668xI6MaUpKaE5qRzY4OW91blE&export=download

Conclusioni

Il prototipo costituisce la base per successive realizzazioni anche più complesse. E' fondamentale, infatti, comprendere la filosofia di progetto e di comportamento delle unità coinvolte nel sistema. Probabilmente, viste le diverse connessioni utilizzate, saranno necessari alcuni adattatori per poter connettere tra loro i connettori RS232 alla EasyPIC. In una delle prossime puntate vedremo come utilizzare il convertitore Multi-1/µUSB RS232 Android to RS232 con i tablet e con Android. Buona sperimentazione a tutti.

Figura 15: Il mikroC, mikroBasic e mikroPascal

Listato per il PIC

```
rem ****************************
rem *   CONTROLLO REMOTO RS232  *
rem *    by Giovanni Di Maria   *
rem ****************************


program scheda01

dim comando as byte

main:

   UART1_Init(9600)    ' Inizializza modulo UART a 9600 bps
   Delay_ms(100)       ' Pausa per stabilizzare UART

   trisb=0
   portb=0

   while (TRUE)      ' Loop infinito

         delay_ms(1)

         if (UART1_Data_Ready() <> 0) then 'Se si riceve dato
            comando = UART1_Read()     ' Legge il dato da PC
            rem ----- Azioni da intraprendere ---------------

            if comando=1 then
               PORTB=1
            end if

            if comando=2 then
               PORTB=3
            end if

            if comando=3 then
               PORTB=7
            end if

            if comando=4 then
               PORTB=15
            end if

            if comando=5 then
               PORTB=0
            end if

         end if
   wend
end.
```

Listato per il COMPUTER

```
#include "hmg.ch"
static nPortaSeriale := 3

FUNCTION Main()
   DEFINE WINDOW Form_1 AT 90,90 WIDTH 420 HEIGHT 300 TITLE "Domotica" MAIN
   END WINDOW

   @ 30,090 LABEL Lab1 PARENT Form_1 VALUE "Centralina REMOTA" WIDTH 300 HEIGHT 40
FONTCOLOR { 255, 0, 0} FONT "Arial" SIZE 16
   @ 70,130 LABEL Lab2 PARENT Form_1 VALUE "by Giovanni Di Maria" WIDTH 300 FONT "Arial"
SIZE 10 ITALIC
   @ 130,010 BUTTON button1 PARENT Form_1 CAPTION "1 Led" WIDTH 70 HEIGHT 50 ONCLICK
Pressed1()
   @ 130,090 BUTTON button2 PARENT Form_1 CAPTION "2 Led" WIDTH 70 HEIGHT 50 ONCLICK
Pressed2()
   @ 130,170 BUTTON button3 PARENT Form_1 CAPTION "3 Led" WIDTH 70 HEIGHT 50 ONCLICK
Pressed3()
   @ 130,250 BUTTON button4 PARENT Form_1 CAPTION "4 Led" WIDTH 70 HEIGHT 50 ONCLICK
Pressed4()
   @ 130,330 BUTTON button5 PARENT Form_1 CAPTION "OFF"   WIDTH 70 HEIGHT 50 ONCLICK
Pressed5()

   Form_1.Activate

   RETURN NIL

FUNCTION Pressed1()
   hb_comOpen( nPortaSeriale )
   hb_comInit( nPortaSeriale, 9600, "N", 8, 1 )
   hb_comSend( nPortaSeriale, Chr( 1 ) )
   hb_comClose( nPortaSeriale )
   RETURN NIL

FUNCTION Pressed2()
   hb_comOpen( nPortaSeriale )
   hb_comInit( nPortaSeriale, 9600, "N", 8, 1 )
   hb_comSend( nPortaSeriale, Chr( 2 ) )
   hb_comClose( nPortaSeriale )
   RETURN NIL

FUNCTION Pressed3()
   hb_comOpen( nPortaSeriale )
   hb_comInit( nPortaSeriale, 9600, "N", 8, 1 )
   hb_comSend( nPortaSeriale, Chr( 3 ) )
   hb_comClose( nPortaSeriale )
   RETURN NIL

FUNCTION Pressed4()
   hb_comOpen( nPortaSeriale )
   hb_comInit( nPortaSeriale, 9600, "N", 8, 1 )
   hb_comSend( nPortaSeriale, Chr( 4 ) )
   hb_comClose( nPortaSeriale )
   RETURN NIL

FUNCTION Pressed5()
   hb_comOpen( nPortaSeriale )
   hb_comInit( nPortaSeriale, 9600, "N", 8, 1 )
   hb_comSend( nPortaSeriale, Chr( 5 ) )
   hb_comClose( nPortaSeriale )
   RETURN NIL
```

SCOPRI TUTTI GLI

ebook ELETTRONICA

€ 14.64

10 progetti con i PIC

€ 7.49

308 circuiti

€ 6.49

Arduino - Il micro-processore per tutti

€ 6.99

Come costruirsi un robot

€ 6.49

FMEA

€ 4.49

La conversione analogico-impulsata

€ 5.99

Elettronica e Fotovoltaico

€ 14.64

eBook: Basic per PIC

€ 3.99

Diventa Maker

manuali - elettronica - FR - meccanica - strumentazione - programmazione - microcontrollori

ARDUINO UNO VERSO LA POTENZA

di Roberto Vallini

Arduino Uno, assieme ai “fratelli maggiori” (Due, Mega, ecc) e “sorelline” come, Nano, Mini e LilyPad, si è decisamente affermato come Gestore di Processo, pur rimanendo un oggetto utile alla sperimentazione didattica. Industrie importanti hanno standardizzato le proprie “shields”, dalla robotica alla domotica, fino all'automotive. In questo articolo illustrerò un'applicazione pratica nell'ambito di un ambiente di tipo artigianale.

L'ambiente complesso

Immaginiamo una piccola officina di falegnameria; vi sono attrezzature elettriche di vario tipo: utensile piallante, sega circolare, sbavatore, ed altri. Ma oltre a questi vi è l' ”Ambiente circostante”, a volte sottovalutato. Ci saranno aspiratori, allarmi, lampeggiatori, finestre basculanti, portoni a libro, lampade di illuminazione settore o generale. Tutti questi presidi necessitano di avviamenti contemporanei o sincronizzati. Ogni mattina, ad inizio turno, deve eseguirsi una “routine” prestabilita.

Perché Arduino

Qui nasce l'idea di utilizzare Arduino, cioè una “user port” programmabile per quelli che, accedendo ad un normale PC, possono realizzare controlli hardware anche molto complessi, per interagire con l'ambiente. Arduino Uno, con i suoi 6 Analog In, ed i 14 pin I/O digitali, di cui 6 dotati di PWM, può sopportare una corrente di flusso di 40mA.

Esperimento 1

In questo primo esperimento, non faremo altro che illuminare 8 Led collegati con catodo comune, con una comunicazione classica, l’importanza non sta certo nella difficoltà di realizzazione, ma piuttosto sarà molto utile più avanti per “raffrontarla” con un altro tipo di comunicazione. Useremo una board Arduino Uno, ed una comune basetta con 8 Led (vedi figura 1). La basetta autocostruita ha già le resistenze inserite, in questo caso, il valore è 220 ohm. Le resistenze in linea, sono inserite in strip femmina in modo non permanente, in modo da poterle sostituire con altre da 470/560 ohm, nel caso si usasse la tensione 12 Volt, ed eventualmente 1khom, per 24 volt. La basetta è fornita di morsettiera opzionale per poter utilizzare i led in configurazione di anodo comune.

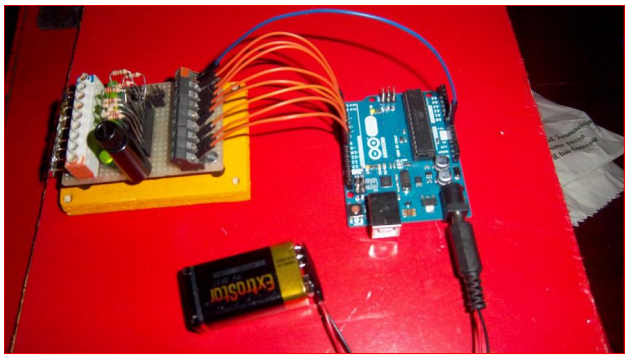


Figura 1 : Basetta ad 8 Led collegata ad Arduino

Esperimento 2

La basetta con gli otto led viene pilotata da otto cavi, Uno per ogni singolo LED, questo significa che, in una trasposizione nell’ambiente “reale”, la board Arduino Uno,

Collegamenti tra Arduino e Basetta LED

Arduino UNO	Basetta LED
3	1
4	2
5	3
8	4
9	5
10	6
11	7
12	8
5V	VCC
GND	GND

```
Programma esperimento n° 1
// Per prima cosa occorre settare le uscite prescelte come OUT//
void setup()
{
pinMode(4,OUTPUT);
pinMode(5,OUTPUT);
pinMode(6,OUTPUT);
pinMode(8,OUTPUT);
pinMode(9,OUTPUT);
pinMode(10,OUTPUT);
pinMode(11,OUTPUT);
pinMode(12,OUTPUT);
}
void loop()
{
//Qui avviene la routine di accensione progressiva dei led//
digitalWrite(4,HIGH);
delay (1000);
digitalWrite(5,HIGH);
delay (1000);
digitalWrite(6,HIGH);
delay (1000);
digitalWrite(8,HIGH);
delay (1000);
digitalWrite(9,HIGH);
delay (1000);
digitalWrite(10,HIGH);
delay (1000);
digitalWrite(11,HIGH);
delay (1000);
digitalWrite(12,HIGH);
delay (5000);
//Ora, dopo 5 secondi, i led si spengono per riprendere da capo la routine//
digitalWrite(4,LOW);
digitalWrite(5,LOW);
digitalWrite(6,LOW);
digitalWrite(8,LOW);
digitalWrite(9,LOW);
digitalWrite(10,LOW);
digitalWrite(11,LOW);
digitalWrite(12,LOW);
}
```

assume la funzione di elemento di comando diretto, con lo svantaggio che occorre sviluppare un impianto con un alto numero di conduttori. Se da un lato vi è la semplicità di realizzazione e di programmazione, dall'atro ci troveremmo con un ingombrante cablaggio. Proprio per ottimizzare la struttura generale, è possibile usare una comunicazione "remota", che assolva a due compiti. Il primo è quello eliminare il comando di potenza da Arduino, che con i suoi 40 mA di corrente nominale per pin, può illuminare dei led, e qualche altro device di bassissima potenza, ma non di più. Il secondo scopo è la possibilità di inoltrare i comandi ai device anche se essi sono distanti dalla board con CPU. In questo esperimento useremo un componente ideale che può realizzare i nostri scopi, l'integrato 74HC595.

L'integrato 74HCT595

L'integrato 74HC595 fa parte della famiglia degli shift register, permette cioè, attraverso l'invio seriale di un byte, di controllare indipendentemente 8 uscite digitali. E' composto da cinque ingressi e nove uscite, più i due pin di alimentazione. Gli ingressi si compongono di un pin seriale, chiamato Data (Pin 14), nel quale viene impostato il dato da trasferire (0 o 1), un pin di sincronizzazione, chiamato Clock

(11), il quale consente di far scorrere i dati all'interno dello Shift Register. Arriviamo al pin Latch Clock (12) che, portato dal livello logico 0 a 1, trasferisce gli otto bit contenuti nello Shift Register allo Storage Register. Il pin Enable, trasferisce gli otto bit dal Latch alle uscite, un pin di Reset, che azzera il contenuto dello Shift Register ma non delle uscite. Le uscite si compongono di otto pin, tra le quali QH*, che è destinato al collegamento di un altro 595 in modalità seriale, Restano i due pin Vcc e GND, ai quali va applicata una tensione tipicamente compresa fra 2V e 6V. Questo integrato verrà approfondito nel successivo paragrafo.

La comunicazione a tre conduttori

In elettronica, non tutto ciò che si studia a livello teorico è immediatamente praticabile. Capita a volte, magari dopo avere già impostato un progetto e trasferito su una bread-board, oppure, dopo aver già saldato i componenti su pcb, di scoprire che non tutto funziona perfettamente, se non addirittura, come è successo a me, con il prototipo 1.0, relativo all'esperimento 3, dover ricominciare daccapo, studiare nuovamente il quantum ed arrivare a sostituire due integrati, su una scheda già pronta, perché i relè "impazzivano", attivandosi in modalità non riconducibili ne' allo schema, ne' quantomeno al programma.
In merito a quanto accaduto, ho ritenuto di dover approfondire la spiegazione sul

Pin-Out Arduino-74595		Pin-Out 74595- Basetta LED	
Arduino	74595	74595	Basetta LED
8	12 (Ltc-CK)	QA-15	1
11	14 (Data)	QB-1	2
12	11 (Clock)	QC-2	3
5V	16	QD-3	4
GND	8	QE-4	5
		QF-5	6
		QG-6	7
		QH-7	8
		QH7*-9	X
		10 (RES)	VCC
		13 (ENA)	GND

Figura 2: Pin-out del secondo esperimento

funzionamento della comunicazione a tre conduttori, per coloro i quali si approcciano per la prima volta, all'uso di integrati della famiglia dei S.I.P.O. (Serial Input – Parallel Out) "Shift Register".
Non voglio usare troppi dei tecnicismi perché non sarebbe utile alla comprensione. Per cui descriverò l'uso, il funzionamento ed i collegamenti, con termini miei; mi perdoneranno di certo, progettisti di professione, se userò un linguaggio da "sperimentatore", quale sono.
Veniamo al dunque: come dice la sigla stessa, questo tipo di integrati, nel nostro caso il 74HC595, "traducono", una trasmissione di tipo seriale, in singoli segnali paralleli, per cui un'insieme di bit, inviati in maniera seriale, possono settare lo stato di otto uscite. Conosciamo innanzitutto i pin dell' integrato, andando per esclusione. Esso è composto da 16 pin, di cui il n° 16 è l'alimentazione ed il n° 8 (GND), questi due vanno collegati stabilmente, il primo ad un'alimentazione compresa tra 4,5 e 7 Volt, ed il secondo a massa. Le uscite sono 9: (Qa, Qb, Qc ,Qd, Qe, Qf, Qg, Qh, Qh*), esse vanno collegate stabilmente alle utenze, sopportano una corrente massima di 35 mA, per cui, se non dobbiamo accendere il "solito" led, è meglio mettere in serie degli implementatori di corrente, come l'ULN28003A, di cui parlerò più avanti, che può gestire in uscita, flussi di corrente fino a 500 mA, quindi ideale per comandare dei relè, come nel prototipo del terzo esperimento. Per quanto riguarda Qh*, essa serve esclusivamente se si vuole implementare in cascata un'altro 74595, per qui, va collegata, al pin DATA, di un altro 74595, solo nel caso in cui si voglia implementare in cascata altre otto uscite, ma non essendo il caso del nostro esperimento, non va collegata. Rimangono 5 pin, questi ultimi, a seconda del datasheet di riferimento, possono assumere nomi leggermente diversi, anche se la sostanza non cambia. Mi riferirò al datasheet della ON Semiconductor, che mi sembra il più chiaro in assoluto. Partiamo dal DATA SERIAL, ovvero pin A, il n° 14, dove viene impostato il dato da trasferire (0

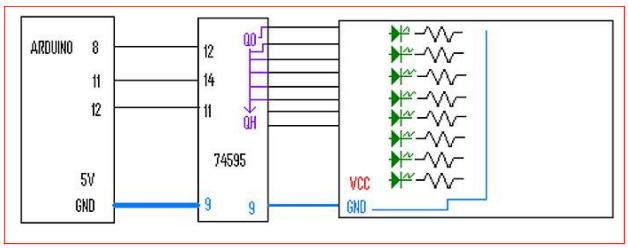


Figura 3: Schema a blocchi secondo esperimento

o 1). In esso confluiscono i dati spediti in maniera seriale; è a tutti gli effetti, un "ingresso di carico". All'ingresso n° 14, va associato un pin di Arduino, prima attraverso un comando di programma, scrivendo nel setup:

int dataPin =11

ovvero che la porta numero 11, ci invierà la trasmissione seriale all'opportuno pin del 74595, cioè il n° 14, il quale connetteremo anche fisicamente con un cavetto che chiameremo "cavetto D". Veniamo al pin SHIFT CLOCK, il n° 11. Settando questo pin, attiviamo un clock di sincronizzazione tra Arduino ed il chip, in modo da avviare il caricamento seriale, il quale consente di far scorrere i dati all'interno dello Shift Register. Il pin n° 11, come nel procedimento sopra, va indirizzato ad un out di Arduino, per esempio il n° 12. Per cui, scrivendo nel programma:

int clock Pin =12

non faremo altro che assegnare il CLOCK (11), all'out 12 della board e successivamente lo connetteremo fisicamente con il 74595. Questo avverrà con il cavo, che chiameremo "cavetto CK". Il Pin n° 12 dell'integrato, chiamato "LATCH CLOCK", riveste un'importanza primaria. Questo ingresso del chip, portato dal livello logico 0 a 1, trasferisce gli otto bit contenuti nello Shift Register, allo Storage Register. Successivamente, dopo averlo assegnato a un out di Arduino, come nelle due procedure descritte sopra, il pin n° 12 assolve la funzione di copiatura dei dati, nelle otto celle di allocazione. Di conseguenza, nella dinamica di caricamento dei dati, questo pin va posto a livello LOW, per permettere l'ingresso dei dati nello Storage Register, dove sono allocate le otto celle di memoria, e riportato ad HIGH, finita la trasmissione. Un esempio di compilazione può essere questo: prima si assegna ad Arduino nel setup:

const int latchPin = 8;

e poi lo si fa cambiare di stato per caricare i dati.

```
digitalWrite(latchPin, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(latchPin, LOW);
```

Il pin LATCH CLOCK (12), andrà a connettersi stabilmente con l'out n° 8 di Arduino, con il cavetto che chiameremo "cavetto SK". Viste le uscite e visti i tre pin di comunicazione con Arduino, siamo giunti a quota 14 connessioni, rimangono 2 pin. Il pin 13, chiamato Uotput Enable, ha la funzione di trasferire gli otto bit dal Latch alle uscite. Out Enable, attiva le uscite quando è posto a livello HIGH, ma essendo negato, va fissato stabilmente a GND, in maniera che il contenuto dello STORAGE REGISTER, (vedi descrizione pin n° 12) venga trasferito alle uscite. Per quanto riguarda il pin 10, cioè "RESET", esso azzera il contenuto dello Shift Register, ed azzera tutte le uscite se posto a livello basso; anche questo ha la negazione, quindi lo connetteremo stabilmente a VCC +5 V.

In conclusione, vorrei sottolineare che la tensione delle uscita del 74595 è eguale a quella di alimentazione, cioè quella fissata al pin n°16, come detto in precedenza può essere tra i 4,5 èd i 7 V, la corrente in uscita non va oltre quella tipica di Arduino, cioè si pone sotto il limite dei 40 mA (35mA di picco massimo nel caso della serie MC74HC595A). Questa ultima considerazione, spiega la necessità di collegare in "cascata" alle uscite, l'integrato ULN2803A, le cui caratteristiche sono ben esplicate nel terzo esperimento. Aggiungo solamente che l'ULN2803A, essendo

PinOut	ULN... ingressi	Pin Out ULN.. uscite	
1	in	10	Out
2	in	11	Out
3	in	12	Out
4	in	13	Out
5	in	14	Out
6	in	15	Out
7	in	16	Out
8	in	17	Out
9	GND	18	Comm.

Figura 4: Pin-out ULN2803A

composto da una serie di Darlington, “open-emitter”, gestisce il collegamento delle linee di massa e non di alimentazione, ma questo sarà spiegato nel successivo approfondimento.

Esperimento 3

A questo punto, dimostrato che con un integrato si può impostare una connessione remota, rimane il problema della potenza, cioè di poter gestire dispositivi i quali necessitino di correnti di flusso superiori ai 40 mA, Per fare un esempio, un relè astabile, per applicazioni industriali assorbe come minimo 100 mA, se poi, come detto nell’introduzione, occorre averne più di una, Arduino non potrebbe assolutamente gestirle. Per questa ragione ho predisposto una terza prova. Partendo da una vecchia scheda con otto relè elettromeccanici 12V del tipo MZ-12-1A, pilotati dall’integrato ULN28003A.
Ho quindi autocostruito la shield di potenza, la quale contenesse l’integrato 74HC595, ampiamente descritto nell’esperimento n° 2. L'inserimento fisico è avvenuto attraverso un'opera di saldo e dissaldo dei vecchi componenti, con relativo collegamento a saldare, tramite

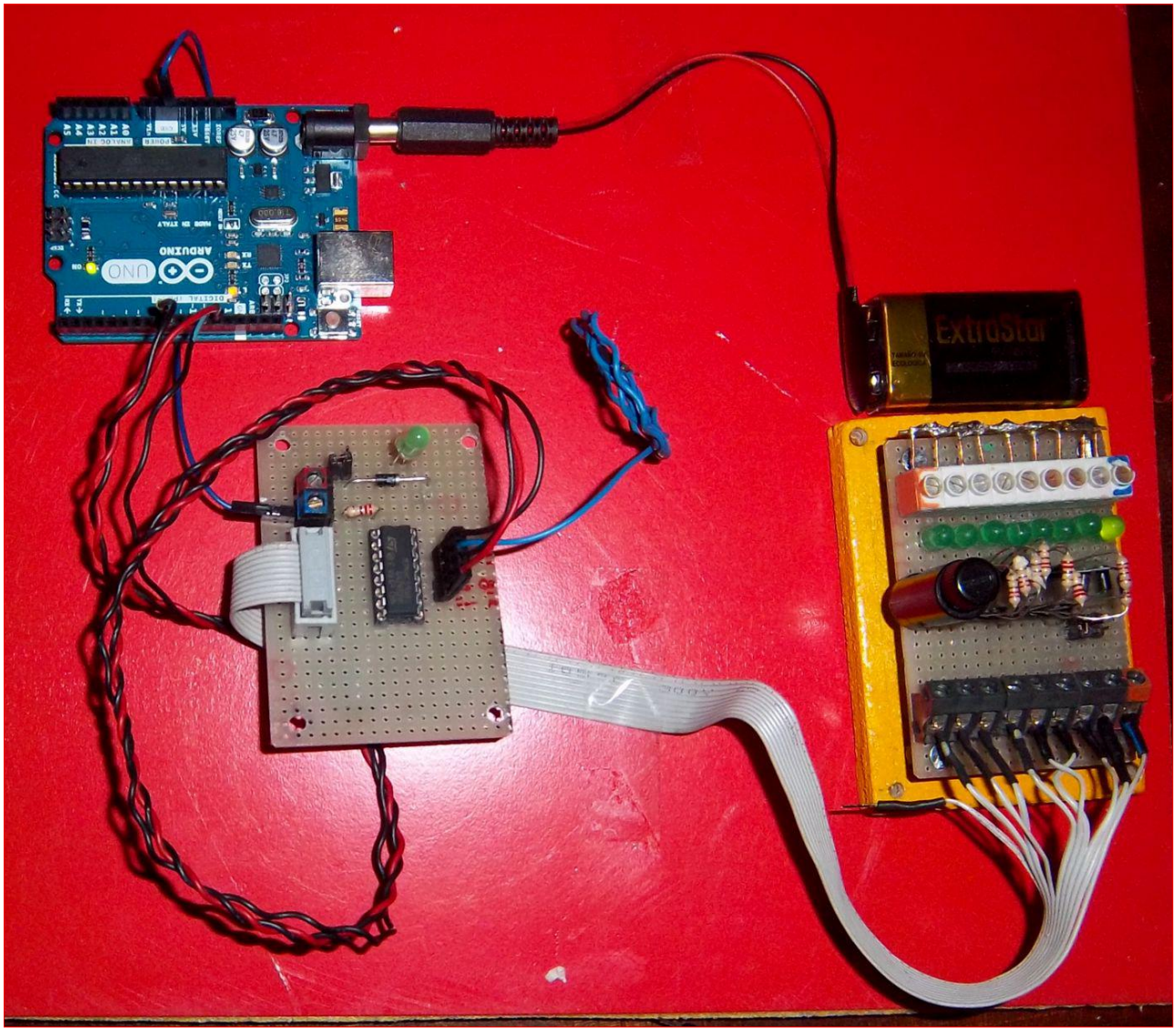


Figura 5: Il prototipo per prove anche estreme

ponticelli pre-isolati, i quali corrono da un pin all'altro dei componenti. Per cui, del prototipo, pur esistendo un preciso schema dei collegamenti, non esiste un corrispondente PCB layer, anche perché doveva essere un esperimento per dirigersi su schede commerciali.

L'integrato ULN2803A

Arduino, come accennato nella descrizione dell'esperimento n° 3, non supporta correnti importanti; il suo limite (da non raggiungere, a parer mio, per evitare il danneggiamento di un'opera sì bella), e di 40 mA per canale di uscita, quindi se dobbiamo pilotare un relè della serie MZ-12V, siamo nei guai! Perché? Perché, se con un multimetro/amperometro, collegato in serie, tra la bobina del relè e l'alimentazione 12V, scopriamo che l'assorbimento, per quanto piccolo sia il relè (escludendo quelli a "stato solido", che se la cavano con 10 mA, ma costano molto di più di un comune "elettromeccanico"), è di circa 50 mA. La nostra shield, necessita quindi di implementare la corrente dei pin di uscita. La soluzione con il transistor o mosfet che sia, richiede, nell'ordine: un diodo di ricircolo, una resistenza di base o di gate, ed un Bjt, ma soprattutto, se si vogliono pilotare 8 o 16 utenze, occorrono una marea di saldature.

Perché quindi complicarsi la vita, quando esistono in commercio dei dispositivi capaci di implementare correnti fino a 500mA. Nello specifico, collegando l'ULN28003A, abbiamo otto canali indipendenti, cioè un array di 8 Darlington "Open Emitter", i quali, leggendo dal datasheet, supportano una massima corrente di 500 mA e tensioni fino a 50 Volt, quindi ideali per device di potenza media. Arduino Uno, attraverso un debito programma, azionerà le bobine degli 8 relè, con un contatto in scambio riportato sulla morsettiera a 24 poli, predisposta per carichi fino a 500mA, utilizzando sempre e solo TRE cavi, (Data, Clock, Shift Clock). Nella morsettiera di lato, sono collegati otto led, i quali ci indicano "visivamente", quale relè è attivato.

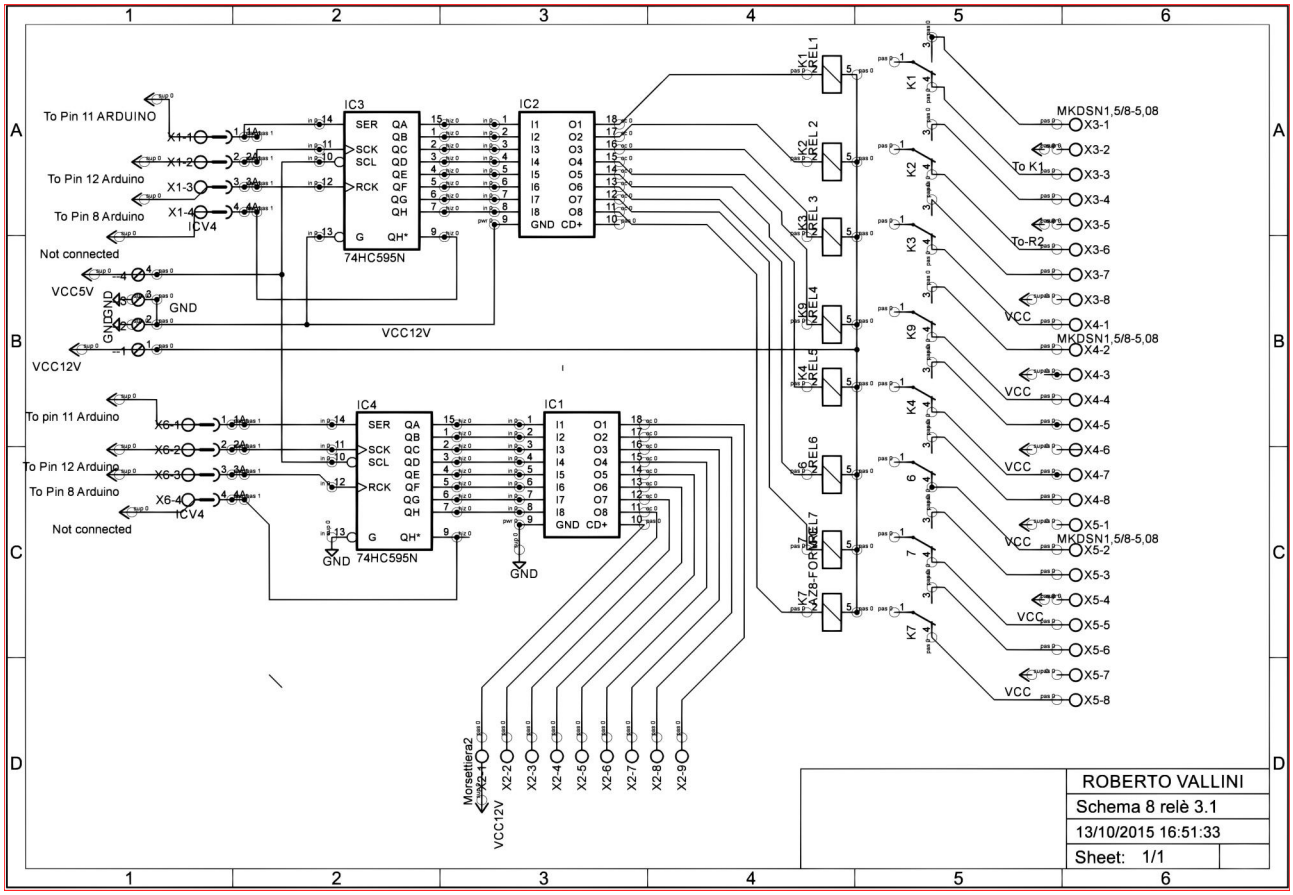


Figura 6: Schema dei collegamenti della shield "Prototipo di potenza"

Programma 2

```
//impostiamo i dati seriali, in stringhe da 8 bit//
byte values[]={
  B00000001,
  B00000010,
  B00000100,
  B00001000,
  B00010000,
  B00100000,
  B01000000,
  B10000000,
  };
int latchPin = 8; //Poi assegniamo il pin di LATCH delll'integrato 74HC595 (n° 12) //
//Questo pin lo usiamo come comando di CLOCK per caricare i dati fisicamente (n° 11) //
int clockPin = 12;
//Questo pin trasferirrà i dati all'ingresso n°14 del 74HC595
int dataPin = 11;
 void setup(){
  pinMode(latchPin, OUTPUT);
  pinMode(clockPin, OUTPUT);
  pinMode(dataPin, OUTPUT);
}
 void loop(){
//Il comando for serve a non richiamare ad uno ad uno i Byte (compilazione snella) //
for(int i=0;i<8;i++){
    digitalWrite(latchPin, LOW);
//Qui viene assolta la funzione di copiatura dei dati nelle otto celle di//
//allocazione del 74HC595, il quale farà fluire i dati come indicatogli//
    shiftOut(dataPin, clockPin, MSBFIRST, values[i]);
    digitalWrite(latchPin, HIGH);
    delay(1000);
  }
}
```

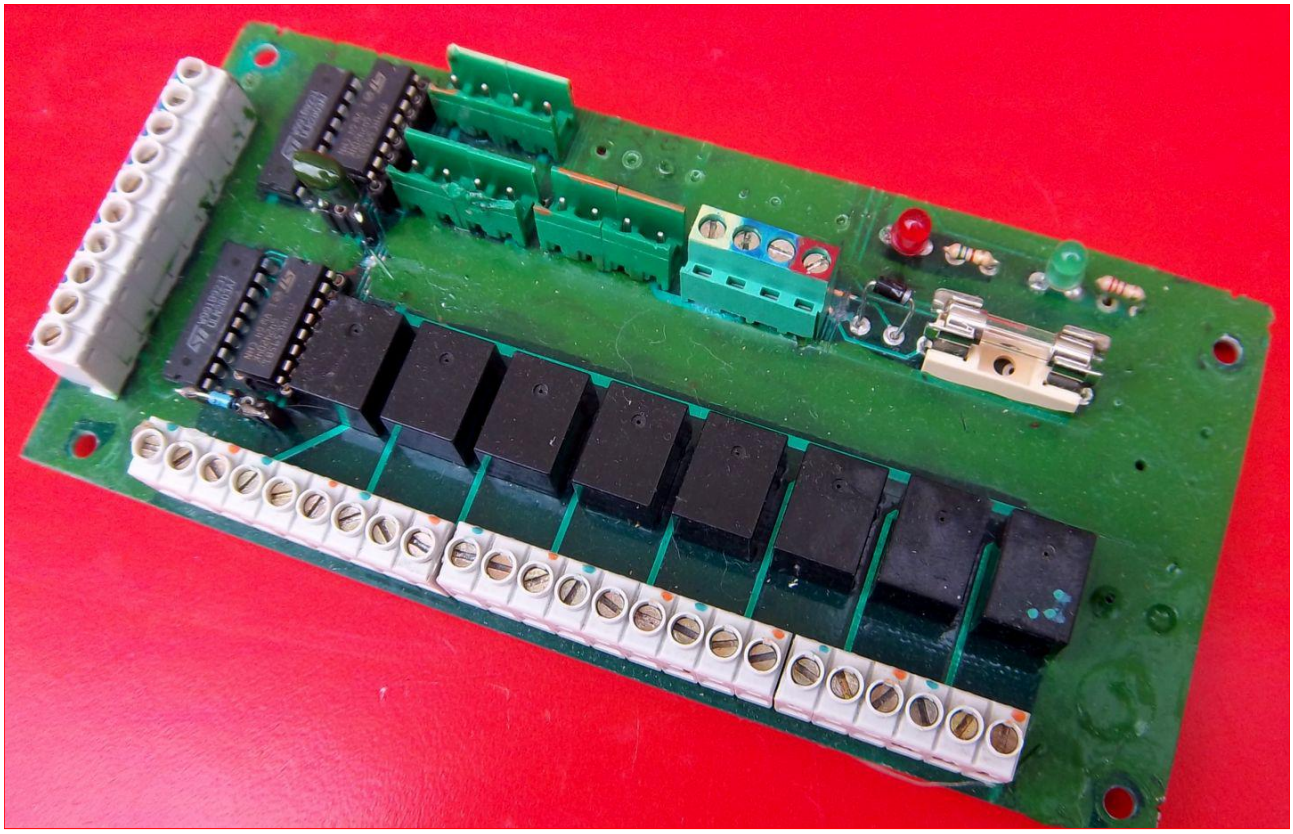


Figura 7: Scheda di potenza ad otto relè di tipo commerciale

SCOPRI TUTTI GLI

ebook ELETTRONICA

€ 14.64

10 progetti con i PIC

€ 7.49

308 circuiti

€ 6.49

Arduino - Il micro-processore per tutti

€ 6.99

Come costruirsi un robot

€ 6.49

FMEA

€ 4.49

La conversione analogico-impulsata

€ 5.99

Elettronica e Fotovoltaico

€ 14.64

eBook: Basic per PIC

€ 3.99

Diventa Maker

manuali - elettronica - FR - meccanica - strumentazione - programmazione - microcontrollori

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonio Cirella

DIRETTORE TECNICO
Giovanni Di Maria

Hanno collaborato in questo numero:
Ivan Scordato, Moreno Palazzo, Giovanni Carrera, Massimo Di Marco, Maurizio Di Paolo Emilio, Giovanni Di Maria, Roberto Vallini

Direzione Redazione
INWARE srl
Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504794 -Fax 02.42101817
info@inwaredizioni.it - www.inwaredizioni.it

Redazione:
fe@inwaredizioni.it

Pubblicitá per l'Italia
Agostino Simone
Tel. 347 2230684
media@inwaredizioni.it

Europe and Americas
Elisabetta Rossi
Tel. +39 328 3245956
international@inwaredizioni.it

Asia
Cybermedia Communications Inc.
asia@inwaredizioni.it

Rest of the world
Inware Edizioni srl
Tel. +39 02 66504794
info@inwaredizioni.it

Ufficio Abbonamenti
INWARE srl
Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI)
Per informazioni, sottoscrizione
o rinnovo dell'abbonamento:
abbonamenti@inwaredizioni.it
Tel. 02.66504794 - Fax 02. 42101817
L'ufficio abbonamenti è disponibile
telefonicamente dal lunedì al venerdì
dalle 14,30 alle 17,30.

Autorizzazione alla pubblicazione
Tribunale di Milano n. 647 del 17/11/2003

fare elettronica

© Copyright
Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati.
Manoscritti, disegni e fotografie sono di proprietà di Inware srl. È vietata la riproduzione anche parziale degli articoli salvo espressa autorizzazione scritta dell'editore. I contenuti pubblicitari sono riportati senza responsabilità, a puro titolo informativo.